В.С. Петибская

СОЯ: ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ



УДК 633.34
ББК 42.113
П 29

Рецензенты: **Валентин Федорович Баранов**, д-р с.-х. наук, профессор, заслуженный деятель науки Кубани; **Николай Иванович Бочкарев,** д-р биологических наук, заслуженный деятель науки Кубани и РФ; **Татьяна Ильинична Тимофеенко,** д-р технических наук, профессор; **Александр Васильевич Кочегура,** д-р с.-х. наук, профессор, заслуженный деятель науки Кубани и РФ; **Сергей Викторович Зеленцов,** д-р с.-х. наук; **Василий Леонидович Махонин,** канд. с.-х. наук

Автор: Валентина Суреновна Петибская, кандидат биол. наук

П 29 **СОЯ: ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ** / Под редакцией академика РАСХН, д-ра с.-х. наук **В.М. Лукомца.**– Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012.– 432 с.
ISBN 978-5-7992-0733-5

В книге широко представлен материал о химическом составе семян сои от дикорастущих форм до сортов отечественной и зарубежной селекции. Показана его изменчивость в зависимости от биологических особенностей сорта, природно-климатических условий и агротехнологических приемов выращивания. Обсуждается вопрос о возможности целенаправленного влияния на качество семян сои методами селекции. Рассматриваются пути рационального использования сои в зависимости от химического состава семян. Освещается неоднозначность суждений о роли некоторых компонентов семян, их воздействии на организм человека. Представлены данные о химическом составе некоторых соевых продуктов, их производстве и использовании в кормлении животных, питании и оздоровлении человека. Предложены некоторые методики для оценки сои.

Книга рекомендуется сельхозпроизводителям, специалистам по кормопроизводству, созданию новых функциональных пищевых продуктов, лечебных препаратов, диетологам. Она может быть полезна преподавателям, научным сотрудникам агрономического профиля и перерабатывающей промышленности, аспирантам, студентам, а также всем тем, кто интересуется целебными свойствами продуктов питания.

Книга рассмотрена методической комиссией ученого совета Всероссийского НИИ масличных культур, протокол № 6 от 09.06.2012, одобрена для опубликования.

ISBN 978-5-7992-0733-5

ПРЕДИСЛОВИЕ

Побудительным мотивом для написания этой книги был тот факт, что уже не одно десятилетие идет полемика по поводу того, что такое соя – «пища XXI века», «панацея» или «угроза» здоровью. Но только научный, а не эмоциональный подход в оценке достоинств и недостатков сои может дать объективную оценку этой своеобразной культуре в плане использования ее в кормовых, пищевых и лечебных целях.

Другим мотивом было желание осуществить известный людям науки принцип преемственности знаний. Поэтому в ней, по возможности, даны все ссылки на предшествующих исследователей, изложивших результаты своих работ в этой области в доступной нам литературе.

И наконец, важнейшим фактором является накопленный за многие десятилетия во Всероссийском НИИ масличных культур богатый опыт оценки физико-химических свойств семян сои, их изменчивости в зависимости от биологических особенностей сорта, влияния факторов внешней среды и приемов возделывания. С 1993 года проводится селекционно-генетическое улучшение кубанских сортов сои с целью повышения биологической ценности семян для наиболее эффективного их использования в кормопроизводстве и создании продуктов лечебно-профилактического назначения.

Совместно с аспирантами и учеными Краснодарского государственного аграрного университета (КГАУ), Кубанского государственного технологического университета (КубГТУ), Майкопского государственного технологического университета (МГТУ); Краснодарского НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Россельхозакадемии и Северо-Кавказского НИИ животноводства нами проведены исследования по использованию новых сортов сои селекции ВНИИМК с повышенной питательной ценностью в кормлении птиц и животных, улучшении и создании разнообразных, в том числе функциональных, продуктов питания.

Я благодарна всем единомышленникам, соавторам статей, авторских свидетельств и патентов за энтузиазм, интерес и лю-

бовь к этой своеобразной и не традиционной для нашей страны культуре. Не менее благодарна я тем оппонентам, которые отвергали достоинства сои, а также сомневались в возможности и необходимости создания сортов с более высокими потребительскими качествами. Тем самым они побуждали искать ответы в научной литературе и много, много дополнительно экспериментировать, чтобы более обоснованно придти к верному выводу.

Материал в книге изложен таким образом, чтобы читатель мог сам сделать вывод о том, правомерны ли рассуждения и выводы автора, в каком направлении можно вести дальнейшее улучшение качества семян сои. А главное, чтобы переработчики сои обоснованно, целенаправленно и эффективно могли использовать сырье как для улучшения уже известных и производимых в стране соевых продуктов, так и создания новых, а фармацевтическая промышленность обратила бы внимание на сою, как на сырье для производства препаратов лечебно-профилактического назначения.

Автор

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что уровень и качество жизни людей, их работоспособность, продолжительность активной фазы жизни, по данным ученых, на 60–70 % зависит от качества, структуры, безопасности пищевых продуктов и образа жизни.

За последние 20–30 лет, в связи с социальными изменениями, калорийность рациона жителей нашей страны снизилась на 1000–1500 ккал. Но это является не столь тревожным фактором, так как в настоящее время доля физического труда в связи с достижениями науки и техники существенно снизилась. Главное, что при этом произошел дисбаланс питательных веществ в рационе. У большинства россиян выявлены нарушения питания, обусловленные недостаточным потреблением биологически ценных веществ и нерациональным их соотношением.

Структура питания большинства взрослых и детей далека от научно обоснованной, а именно, в ней наблюдается дефицит белка, пищевых волокон, пребиотиков, полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов, кальция, магния, витаминов группы В, А, Д, Е. В настоящее время уровень потребления основных продуктов значительно уступает рекомендуемым рациональным нормам.

Так, среднесуточное потребление белков в расчете на одного человека в России в 1999 году составило 58 г при норме 91 г. Из них растительных белков 29 г вместо 36,4 г по норме, а животных белков – 28,5 г вместо 54 г по норме. Дефицит жиров также очевиден. При норме потребления 110 г в сутки фактически оно составило 67 г. Из них растительных масел фактически 24 г против 36 г по норме. Потребление углеводов – 323 г против 395 г по норме (В.Н. Сергеев, 2000).

С ростом благосостояния населения нашей страны вопрос о рациональном питании не будет решен автоматически, так как в этом случае человек станет перед выбором: есть меньше, чтобы не иметь лишний вес, или увеличить объем потребляемых продуктов, чтобы не возник дефицит жизненно важных веществ. Неизбежно появится необходимость конструирования новых продуктов питания из природного сырья. Скорее всего, это будут функциональные продукты питания.

Судя по химическому составу семян, соя может восполнить дефицит большинства из жизненно важных компонентов пищи. Уже сегодня она используется для сбалансированности питания по белку. Кроме того, она вполне подходит и для создания ряда продуктов с функциональными свойствами, способных оказывать профилактическое и терапевтическое действие при ряде заболеваний. Поэтому с 1990 года соя отнесена к функциональным продуктам и ее использование позволит значительно расширить ассортимент натуральных пищевых продуктов лечебно-профилактического назначения.

Более того, Национальный институт рака США причислил сою к одному из шести наиболее обещающих видов продуктов для предупреждения рака и атеросклероза. Соевые семена содержат семь из четырнадцати компонентов, производящих лечебный эффект (K. Liu, F. Orthoefer, K. Thompson, 1995).

О важности продуктов функционального питания свидетельствует тот факт, что их производство в мире ежегодно увеличивается на 15–29 %, а в Японии объем этих продуктов в 10 раз превышает рынок лекарственных препаратов и БАД к пище (В.В. Воробьёв, 2007).

В нашей стране также стали уделять внимание созданию продуктов функционального назначения. Но продуктов из сои, обеспечивающих коррекцию рациона для оздоровления организма, чрезвычайно мало.

Видимо, немалую роль играют средства массовой информации в освещении данной проблемы. Большинство потребителей получают знание о здоровом питании и качестве продуктов из прессы. И она нередко в большей степени, чем научная, и в то же время менее доступная информация, влияет на формирование мнения о пользе или вреде потребляемых продуктов. К сожалению, в популярной литературе умалчиваются бесспорные факты, свидетельствующие о том, что в странах Востока, имеющих не только вековые, но и тысячелетние традиции использования сои для пищевых целей, отработаны способы обработки семян, позволяющие избавиться от антипитательных веществ. Они позволяют сохранять продукт длительное время, наилучшим образом восполнять дефицит белка, особенно у народов со слабо развитым животноводством. В то же время, современные западные технологии позволяют получить препараты особо ценных компонентов семян сои и использовать их для обогащения продуктов питания и производства биологически активных добавок (БАД).

Следовало бы подчеркнуть, ради справедливости, что, несмотря на то, что белки птиц, рыб и животных являются наиболее полноценными по аминокислотному составу, использование их в пищу имеет ряд недостатков. Это и меньшая доступность в связи с дороговизной, опасность передачи инфекции, большая концентрация в них тяжелых металлов и пестицидов, поступающих из кормов и обладающих кумулятивными свойствами.

Среди белков растительного происхождения соевые белки являются наиболее полноценными и могут в некоторой степени служить альтернативой животным белкам. Более того, в зерне сои содержится в 2 раза больше белка, чем в мясе птиц, рыб и животных. Соевый белок в 2 раза дешевле пшеничного, в 14 – молочного и более чем в 21 раз – мясного. Именно это обстоятельство привело к тому, что объем производства сои в мире увеличился за 1950–1994 гг. в 7 раз (Е.С. Шершнев, А.А. Коротких, В.Г. Ларионов, 1998).

Индустриально развитые страны предпочитают использовать сложные, энергоемкие процессы обработки сои с тем, чтобы получать отдельные концентрированные компоненты семян (масло, лецитин, белковые концентраты, изоляты, текстураты, пищевые волокна и др.). Прочные позиции здесь заняли американские производители. В середине девяностых годов они становятся ведущими экспортерами сои и продуктов её переработки.

В России из-за отсутствия перерабатывающих сою комплексов использование семян сводилось к получению масла и жмыхов или шротов, а также не обезжиренных термически обработанных семян на корм скоту. На пике интереса к сое (в 90-х годах XX века) стали производить соевое молоко, сыр-тофу, муку, кулинарные изделия. Особенно велика была потребность в соевых белковых концентратах, текстуратах и изолятах, как белковых обогатителях традиционных молочных, мясных, хлебобулочных изделий.

В нашей стране дефицит белка составляет 1,4 млн. т (из них одна половина – кормового белка, другая – пищевого). Об этом свидетельствуют большие закупки этих соевых продуктов за рубежом.

Однако в 2008 году Россия вынуждена была отказаться от закупок соевых белковых продуктов, производимых в США, из-за использования при их производстве генномодифицированных семян. Смена импортера не решит проблему. Для продовольственной безопасности и независимости в стране необходимо наладить собственное производство соевых белковых продуктов. Продовольственный импорт нужен тем товарам, которые в России нельзя или не выгодно производить в достаточном количестве. Сою же производить выгодно, она является рентабельной культурой даже при урожае 0,8–1,0 т/га.

Достаточных объемов производства этой культуры можно достигнуть, если государство будет проявлять к ней внимание, поддерживая сельхозпроизводителя. Особо следует подчеркнуть, что отечественные сорта сои, выращенные на территории нашей страны, не являются генномодифицированными и продукция, выработанная из них по современным технологиям, безопасна для человека и животных.

Все предпосылки для расширения соевой сырьевой базы в нашей стране есть. Объемы производства сои возросли за 12 лет в 4 раза (с 300 тыс. т в 1998 году до 1220 тыс. т в 2010 году). Ареал возделывания ее постоянно увеличивается. Появились нетрадиционные зоны возделывания сои (Центральный, Поволжский, Уральский регионы) и, как следствие, интенсивно начали развиваться перерабатывающие предприятия различных уровней, направления и мощности. Построены и продолжают строиться отечественные заводы и промышленные комплексы по производству соевых белковых продуктов: обезжиренной муки, текстуратов, концентратов (в Иркутске, Лыткарино, Калининградской, Амурской, Белгородской областях, Краснодарском крае). Но этого явно недостаточно. Строительство заводов по глубокой переработке сои значительно отстает от потребностей в соевой продукции.

В связи с необходимостью расширения производства соевых пищевых и функциональных продуктов неизбежно возникнет

вопрос не только о количестве, но и о качестве сырья, его пригодности и экономической целесообразности использования. Уже сегодня нужен анализ сырьевой базы.

Общеизвестно, что качество любой продукции в значительной степени зависит от качества сырья. Выбор его для переработки следует вести целенаправленно с учетом физических, химических, органолептических показателей качества семян.

На сегодняшний день нет базы данных по комплексу показателей качества семян сои, выращенных в нашей стране. Нет четкого представления об их преимуществах и недостатках по сравнению с интродуцированными зарубежными сортами. Нет объективной комплексной оценки достоинств и недостатков соевого зерна разными специалистами: биохимиками, технологами пищевой промышленности, медицинскими работниками. Нет единодушного научно обоснованного мнения о том, возможна и нужна ли селекция сои на качественные показатели семян, в каком направлении и в какой степени ее целесообразно проводить.

Этот пробел мы постарались восполнить, используя научные литературные источники и результаты собственных экспериментов.

1. ИСТОРИЯ КУЛЬТУРЫ

Родиной сои является территория Восточной Азии, включающая Китай, Японию, Корею и часть Индии (Л.М. Иольсон, 1932). В этих странах как культурное растение она сформировалась не менее 6–7 тысяч лет назад (В.Б. Енкен, 1959). По некоторым уточненным сведениям, родиной сои является Манчьжурия и равнинная часть Северного Китая, где в настоящее время распространены дикие её формы. В Китае она считалась священным растением. Деловые люди и путешественники привезли сою в другие страны, прежде всего в Корею, а затем в Японию.

Первые принципы приготовления пищи из сои были разработаны в Китае в 2838 году до нашей эры (Н. Оганесов, 1999). Традиционно в странах Востока она используется в пищу в виде ферментированных (мисо, шою, темпе, натто) и не ферментиро-

ванных продуктов (молоко, сыр, юба, кори, кинако, соевые побеги) (Л.А. Вилсон, 1998).

В Европе соя стала известна в 1712 году после того, как немецкий натуралист Э. Кемпфер посетил страны Востока и описал ее в своей книге «*Amoenitatum Exoticum»* как растение, потенциально пригодное для использования в пищу (М.Л. Иольсон, 1932). Первые экспериментальные посевы появились в 1737 г. в Голландии, в 1739 г. – недалеко от Парижа, в 1804 г. – в Югославии.

Большую роль в распространении этой культуры сыграла опубликованная в 1878 г. книга Хэберладта «Возможность выращивания сои в Европе». В 1883 г. в Вене было проведено совещание ученых-специалистов, посвященное сое и ее пищевым качествам. Однако и после этого культура не получила распространения в Европе. Исследования, проводившиеся до 1920 г., были посвящены преимущественно выяснению пригодности определенных сортов для выращивания в некоторых климатических районах.

На американском континенте в США впервые соя была выращена в 1765 г. в штате Джорджия и в 1770 г. в штате Пенсильвания. В 1898 г. в США было завезено большое количество сортообразцов из Азии и Европы, после чего началась целенаправленная селекция сои для американского континента. В 1907 г. площади под соей уже составили 20 тыс. га. Затем посевы стали увеличиваться и распространяться по другим штатам благодаря благоприятному климату этой страны.

В 1920 году была организована и по сей день функционирует Американская Соевая Ассоциация, обслуживающая все фермерские хозяйства, производящие сою, регулирующая заготовки и потоки сырья. В 1925 году эта культура возделывалась уже на площади 720 тыс. га. В начале 30-х годов XX века площади под соей в США превысили 1 млн. га, в 1935 г. – 2,7, в 1953 г. – 6 млн. га (M.J. Fletcher, 1954). В 1941 г. урожай сои в США достиг 1,46–1,47 т/га, а в европейских странах увеличился с 0,56 до 0,83 т/га.

После 1941–1943 гг. и вплоть до 1969 г. площади под соей в Европе ограничились вследствие низких урожаев. Но в 80-х годах XX века появилась новая волна интереса к сое. Её посевы стали быстро увеличиваться в странах Южной Америки: Бразилии, Аргентины. В настоящее время странами американского континента суммарно производится около 80 % всего мирового валового сбора соевого зерна (В.Ф. Баранов, 2005).

По данным «Интер-Соя» в 1998 году площади под соей в мире составили 70,7 млн. га, причем максимальные – в США (около 40 % от площади в мире), Бразилии – 17–19 %, Аргентине – 10 %, Китае – 12–13 %, Индии – 8–9 %, в Европе – около 2 %, в России – 0,7–1 % (URL:http://www.fao.org./ htm. дата обращения 02.01.2000)

В России первое упоминание о выращивании сои относится к 1643–1644 гг. Приоритет в изучении сои принадлежит Василию Пояркову, который в 1643–1646 годах обнаружил и исследовал это растение в среднем течении Амура у местного маньжуро-тунгусского населения. В своих записках он отмечает, что соевые бобы в этом месте доминировали над другими культурами. Эти записки были опубликованы в Голландии, благодаря чему соя в Западной Европе стала известна на столетие раньше сведений о ней немецкого ботаника Кэмпфера (В.А. Золотницкий, 1962). В 1873 году русский ботаник академик К.И. Максимович встретил и описал сою под названием *Glycine hispida* Maxim.

В 1906 году в Приморье сою выращивали на площади 3,2 тыс. га. Первые селекционные работы в России были начаты в период 1912–1918 гг. на Амурском опытном поле, а началом массового внедрения и распространения сои в России ученые В.Б. Енкен (1959), В.А. Золотницкий (1962) считают 1924–1927 годы.

В это время началось ее промышленное освоение в Приморском, Хабаровском краях и Амурской области, где она и получает наибольшее распространение в России. До войны была создана всесоюзная организация «Союзпромсоя». Построен ряд заводов по её переработке. В этом регионе в 1968 г. на базе Амурской сельскохозяйственной опытной станции создан и ныне активно функционирует Всероссийский научно-исследовательский институт сои (г. Благовещенск Амурской области).

На Кубани соя появилась в 1904–1905 гг., когда казаки, возвращаясь с русско-японской войны, завезли многочисленные её формы и сорта из Китая и Манчжурии.

В 20–30-е годы прошлого столетия соей заинтересовалось руководство страны. Были проведены исследования не только по возможности выращивания сои на территории Союза, но и вли-

яние соевых продуктов на здоровье взрослых и детей. Многочисленные исследования различных НИИ не выявили никаких негативных последствий употребления в пищу продуктов переработки сои.

В 1931 году в Европейской части нашей страны соя уже занимала 461 тыс. га, в том числе 170 тыс. га на Северном Кавказе. Более того, её пытались возделывать не только на Северном Кавказе, но также в Поволжье и Центрально-Черноземной области. Но из-за летней засухи, отсутствия адаптированных к региону сортов и технологий возделывания, были получены низкие урожаи и поэтому посевы сои существенно сократились. Возникла потребность в развертывании научных исследований по агротехнике возделывания и селекции сои (Ю.П. Мякушко, 1984).

В 30-х годах исследования по сое велись на Кубанской опытной станции ВНИИ масличных культур, на базе которой в 1947 году был организован Всесоюзный научно-исследовательский институт сои и клещевины. В 1956 году он прекратил функционирование и с 1957 года научные исследования по сое стали проводиться во ВНИИ масличных культур. Они были направлены на создание новых урожайных, адаптированных к условиям Кубани, устойчивых к болезням и вредителям сортов сои, а также на разработку приемов возделывания этой культуры (В.Ф. Баранов, 2005).

Определенный заметный всплеск производства сои отмечался в 80-х годах прошлого века. Площади под ней возросли до 80–90 тыс. га на Северном Кавказе и 30 тыс. га в Поволжье. Основным направлением использования сои было кормовое (зерно, жмых, шрот). Как масличное сырьё в нашей стране соя не играла большой роли, так как в России масло традиционно в основном производили из семян подсолнечника. В небольшом количестве сою использовали в кондитерской промышленности. В это же время были предприняты попытки выпускать соевые консервы. Но они характеризовались невысокими потребительскими свойствами из-за низкого качества сырья. Консервы имели специфический бобовый запах и вкус, твердую консистенцию, бурую окраску семян. Это объясняется тем, что в этот период в России еще не было специальных сортов для пищевого использования. Не уделялось должное внимание и технологии переработки семян. Попытки улучшить вкусовые качества консервов за счет добавления томатной пасты или других компонентов не увенчались успехом.

В последующие годы, в период перестройки и реформирования начался резкий спад и площадей, и урожайности, и валового сбора. Так, на Кубани площади посевов сократились до 40 тыс. га, средняя урожайность соевого зерна за 1994–1999 годы опустилась в крае до 0,83 т/га, или почти в два раза. Началось проникновение импортных сортов сои на поля Кубани.

Но уже в конце 90-х годов интерес к сое как к пищевой культуре значительно возрос, так как демографическая и экономическая ситуация в стране последних 10 лет XX века потребовала пересмотра стратегии питания населения нашей страны.

Ликвидировать огромный дефицит белка за короткое время за счет продуктов животноводства не представлялось возможным. Снижение потребления животноводческой продукции ещё больше увеличивало дефицит белка в рационе питания населения. Его можно было частично ликвидировать за счет введения в рацион высокобелковых сельскохозяйственных культур. По своему химическому составу соя в наибольшей степени подходила для реализации этой задачи.

В этот период на Кубани была организована Ассоциация переработчиков сои «Ассоя», которая проводила большую просветительскую работу, знакомила население с достоинствами соевых продуктов в средствах массовой информации (СМИ). И, самое главное, начала производство и продажу новых продуктов питания в магазинах и столовых. Соевое молоко, мука, сыр-тофу, напитки из сброженного соевого молока, котлеты, зразы, соевые орешки, выпечка с использованием соевой муки и т. д., были недорогими и доступными.

Поскольку популярность и востребованность соевых продуктов существенно зависит от качества сырья, во ВНИИ масличных культур появилось новое направление селекции – создание сортов с повышенным содержанием белка и пониженной активностью антипитательных веществ, улучшенными органолептическими показателями. Первым сортом пищевого назначения, включенным в Государственный реестр селекционных достижений в 1998 году,

стал сорт Фора. В дальнейшем были созданы и апробированы на пригодность использования в кормовых и пищевых целях 6 сортов с повышенной биологической ценностью и высокими потребительскими качествами. Самый высокобелковый из них – сорт Валента (47–49 % белка).

В 2000 году площади под соей на Кубани сохранились на среднем за последнее десятилетие уровне – 40 тыс. га. Но затем стали увеличиваться благодаря вниманию руководства края к этой культуре и потребности животноводства и птицеводства в полноценных кормах, а также в дешевых и доступных продуктах, позволяющих сбалансировать рацион питания по наиболее важным веществам для большинства населения.

Активизировалась и научная деятельность. В 2004 и 2008 годах на базе ВНИИ масличных культур проведены координационное совещание и Международная конференция по вопросам селекции, возделывания и качества сои. Над созданием новых сортов сои в разных регионах России работают 24 научно-исследовательских учреждения (А.В. Кочегура, 2004). Мировая коллекция ВИР насчитывает более 7 тысяч образцов, а наиболее обширная коллекция сои в США имеет уже около 18 тысяч образцов и они доступны для заказа (О.Г. Давыденко, Д.В. Голоенко, В.Е. Розенцвейг, 2004). На сегодняшний день возможности создания продуктивных сортов сои с заданными параметрами качества велики.

Зона возможного промышленного возделывания продвинулась до широты Москвы, а экспериментального – до Северо-Запада России. Экспериментально показано, что семена сои можно вырастить в Ленинградской области (И.В. Сеферова, М.А. Никишкина, 2004). Энтузиастом, доктором сельскохозяйственных наук, профессором В.Ф. Барановым был получен урожай технологически спелых семян скороспелых сортов сои в условиях Вологодской области. Опыты по интродукции, оценка перспективных сортов и организация семеноводства проводятся в Чувашии, Мордовии, Татарстане. Научные исследования осуществляются в Рязанской, Брянской, Орловской, Белгородской, Волгоградской Воронежской и Ростовской областях.

За период с 1998 по 2011 год в Российской Федерации площади посевов увеличились с 453,0 до 1205 тыс. га, валовой

сбор – с 297,0 до 1220 тыс. т, урожайность колебалась в пределах 0,65–1,17 т/га. Первое место по объему производства сои занимает Амурская область, второе – Приморский, третье – Краснодарский край. На долю Дальневосточного региона приходится 75 % посевных площадей, на Южный федеральный округ 20–22 %. Остальная доля площадей посева сои приходится на Центральный, Поволжский, Уральский, Западно-Сибирский регионы (Т.В. Горпинченко, 2007).

Но этого совершенно недостаточно для удовлетворения нужд населения нашей страны. Поэтому Россия всегда завозила сою из США или других стран американского континента. В настоящее время наша страна ежегодно теряет около 1 млрд. долларов на импорте продуктов переработки сои, хотя мы располагаем достаточно большим собственным потенциалом на юге страны. Однако отсутствие перерабатывающих предприятий не позволяло ранее развивать сырьевую базу, тормозило всю отрасль.

В настоящее время ситуация изменилась. В г. Лыткарино Московской области в 2002 году группа компаний «Техномол» открыла завод по производству текстуратов, где предусматривалось осуществлять переработку сои по новейшей технологии Ex Press с использованием механического способа извлечения масла из соевых семян. Отказ от применения органических растворителей и химических реактивов позволяет получать абсолютно экологически чистые продукты. Соевый текстурат обеспечит 11 % потребности Российского рынка. Этого недостаточно, поэтому планировалось строить второй завод в Московской области. Предусмотрено строительство комплекса по переработке сои в Краснодарском крае.

Большую роль в распространении этой культуры на территории России и внедрении соевых продуктов в рацион питания могут сыграть совместные усилия ученых сельскохозяйственного профиля, биологов, врачей, технологов-переработчиков, специалистов по кормопроизводству, руководителей АПК, а также ориентация руководства страны на обеспечение потребностей населения собственными соевыми продуктами.

Что касается природных ресурсов, научного потенциала, накопленного опыта возделывания, Россия имеет огромные воз-

можности развития соеводства, как за счет расширения посевных площадей, так и повышения урожайности. В нашей стране есть все предпосылки для удовлетворения потребностей в этом ценном высокобелковом сырье, отказавшись от импорта (В.М. Лукомец, 2005).

2. ПРИЧИНЫ ШИРОКОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОИ В МИРЕ

Несмотря на то, что использование сои на пищевые цели в Юго-Восточной Азии уходит своими корнями в очень давние времена, использование ее в странах Запада началось в основном в XX веке. Сначала проявился интерес к сое как масличной культуре и одновременно и источнику белка в кормах для животных. С конца 50-х годов XX века начала стремительно развиваться промышленность по производству соевых белковых продуктов. И уже к концу века в общей сложности во всех странах мира сою сеяли на площади 70 739 тыс. га, собирая в среднем по 2,21 тонны с гектара. В 1998 году валовой сбор сои со всей площади составил 156 475 тыс. тонн, а в 2008–2010 годах превысил 200 млн. т.

Такое бурное развитие соеводства обусловлено выгодой от использования этой своеобразной культуры, так как соя обладает рядом ценных хозяйственных признаков:

• Для нее характерна **высокая пластичность.** Ареал распространения сои огромен. Он простирается от зоны вечной мерзлоты (на 54–56° с. ш. на Дальнем Востоке нашей страны, в Швеции и Канаде) до тропических широт (в Африке, Индонезии). В южном полушарии сою выращивают на больших площадях в странах Латинской Америки и в Австралии, где зона ее возделывания достигает 48–50° ю. ш. (Ю.П. Мякушко, 1984). В настоящее время сою возделывают более 70 стран на пяти континентах в умеренном, субтропическом и тропическом поясах.

• Соя **снижает степень загрязнения окружающей среды** азотными удобрениями, так как ее растения способны фиксировать азот воздуха посредством симбиоза с клубеньковыми бактериями и обогащать почву этим элементом. По этой причине сою используют как хороший предшественник для зерновых и других не бобовых культур, что позволяет снизить затраты на минеральные азотные удобрения и получить более высокий урожай. Кроме того, корни сои обладают активной усваивающей способностью. Они используют мало доступные для злаков и трудно растворимые минеральные соединения не только из пахотного, но и более глубоких слоев почвы. Соя пригодна для совместных посевов, особенно с кукурузой для выращивания на силос.

• Соя – **экономически выгодная культура**. В условиях Краснодарского края при соблюдении рекомендаций по возделыванию она обычно дает урожаи по 1,6–2,4 т/га. Даже в засушливые годы урожайность сои составляет 0,8–1,2 т/га. Что делает эту культуру рентабельной из-за ее высоких кормовых достоинств и стабильно хороших закупочных цен. При урожае 2,0–2,5 т/га каждый гектар ее посевов дает 6–7 тыс. рублей чистой прибыли. При использовании научно обоснованных прогрессивных технологий возделывания при благоприятных факторах внешней среды и в условиях орошения можно с больших площадей получать и по 3,5–4,0 т/га, что даст еще больший доход от её возделывания (Технология и оборудование для приготовления и использования кормового соевого молока, 2001).

Американские фермеры считают, что при урожайности сои свыше 1,0 т/га ее экономически выгодно выращивать, поскольку 0,1 т соевого зерна эквивалентна 0,45–0,50 т зерна таких культур, как пшеница, рожь, тритикале, ячмень.

Но подлинная экономика соевой индустрии заключается в комплексной переработке этой своеобразной по химическому составу семян и ценнейшей культуры для кормовых, пищевых и технических целей.

• Соя – **безотходная культура**. Вегетативная масса незрелых растений используется в качестве зеленого удобрения. Она является ценным компонентом для приготовления сочных и грубых кормов. Из соломы можно делать кормовую муку, гранулы. Семена служат сырьем для получения растительного масла. Оставшиеся после извлечения масла жмыхи и шроты, используются как ценная кормовая добавка, восполняющая дефицит белка в ком-

2 Заказ 079

бикормах, что способствует интенсивному развитию животноводства, птицеводства, рыбоводства. Это, в свою очередь, удешевляет стоимость мяса. Целое зерно и продукты его переработки позволяют сбалансировать питание человека по дефицитным веществам, особенно по белку.

• Соя – **натуральный биологический корректор питания.** Она является источником белка, ряда витаминов группы В, макро- и микроэлементов, олигосахаридов, а также биологически активных веществ (фосфолипидов, токоферолов, комплекса сбалансированных полиненасыщенных жирных кислот, фитоэстрогенов и др.). Это своеобразие химического состава семян сои позволяет получать большое количество биологически активных добавок (БАД) и продуктов функционального и лечебного питания.

• Соя – **культура многопрофильного использования.** Ее перерабатывают и используют в десяти отраслях хозяйственной деятельности, производят свыше четырехсот видов продукции. Помимо традиционного использования соевого зерна в кормопроизводстве и пищевой промышленности, из её зерна, белка, масла получают технические изделия (пластмассу, клей, чернила, искусственную шерсть и др.).

Отрасли производства и основные продукты из сои

Молочное производство: молоко (натуральное или сухое), сливки (сухие), пенка соевая белковая (юба), сметана, «сливочное масло», творог «эмульсионный», сыр мягкий и твердый (тофу), сыр жареный (намаче, абураче, ган-модоке), сыр, замороженный высушенный (кори-тофу), ряженка, кефир, йогурт.

Мясная промышленность: мясные полуфабрикаты, гамбургеры, сосиски и сардельки, колбасы, рубленые мясные изделия, студни, котлеты, ветчина и бекон.

Консервная промышленность: соя натуральная, соя в томатном соусе, суп соевый, икра соевая, паштет.

Общественное питание и домашняя кухня: соя вареная для салатов, супов, винегретов; котлеты, биточки, молоко, выпечка, соевые проростки для салатов и др.

Кормопроизводство: жмых, шрот, экструдированная соя, молоко, премиксы, сено, солома, мякина, гранулы, силос, зеленый корм.

Масложировая промышленность: масло, глицерин, лецитин, стеарин, маргарин, майонез, салатные заправки, пасты для сэндвичей, шортенинги.

Бродильное производство: цельные ферментированные семена (натто, темпе); сыр ферментированный (соу-фу); паста (мисо); пюре (онком, ампакс, таху); паста острая (ко чу данг); соус (шою).

Кондитерская промышленность: пирожные, конфеты, печенья, вафли, пряники, карамельные начинки, пастило-мармеладные изделия, драже, халва, марцепан, жировая глазурь, шоколад (антиоксидант из сои предотвращает «поседение» шоколада), кофе соевый, ореховые пасты, орешки соевые жареные.

Хлебопекарное производство: хлеб, булки, кексы, пончики, крекеры, макароны, вермишель, лапша, сухари, крупа.

Медицина: ламинолакт (с изолятом соевого белка для онкологических больных), соевый изолят белка (Супра-760) для коррекции белковой недостаточности, лецитин (антиоксидант).

3. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН

Семена сои имеют уникальный, очень своеобразный химический состав. По содержанию белка и незаменимых аминокислот им нет равных не только среди зерновых, масличных, но и бобовых культур (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав семян некоторых культур
(г в 100 г продукта)*

Показатель	**Соя**	Фасоль	Горох	Подсолнечник	Кукуруза	Пшеница	Рис
Белок	**36,7**	22,3	23,0	20,7	9,1–10,3	11,6–12,7	7,3
Незаменимые аминокислоты	**12,8**	8,0	8,3	6,2	3,0–3,5	3,4–3,7	2,7
Липиды	**17,8**	–	2,0	52,9	4,8–4,9	2,1–2,8	2,5
Сахара	**10,2**	3,4	5,9	–	1,0–1,8	1,0–1,7	1,0
Крахмал	**3,5**	43,4	46,5	–	57,3–59,8	52,4–54,9	55,2
Полисахариды	**10,6**	7,6	13,1	–	2,1–2,2	8,2–10,2	14,1

* Химический состав пищевых продуктов, 1979

Одновременно соя является одной из важнейших масличных культур, о чём свидетельствует тот факт, что из общего объема производства растительных масел на долю соевого приходится 30 % (Ю.И. Зятьков, Н.А. Курмышева, В.Е. Наконечный, 2001).

В соевых семенах самое низкое содержание крахмала и одновременно достаточно большое количество других полисахаридов (клетчатки и пектина), что позволяет считать ее незаменимой в рациональном и диетическом питании, особенно для больных диабетом.

Наличие физиологически активных веществ (фосфолипидов, токоферолов, изофлавонов, витаминов группы B, некоторых макро- и микроэлементов в количествах, превосходящих другие культуры, позволяет считать её необходимой для лечебно-профилактического питания и создания пищевых и кормовых продуктов функционального назначения.

Но в сое содержатся и химические вещества, физиологическое воздействие которых на организм человека трактуют неоднозначно. К ним относят ингибиторы трипсина, лектины, сапонины, фитаты, изофлавоны. В сое этих веществ больше, чем в большинстве возделываемых культур.

Наиболее подробно химический состав семян сои представлен в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав семян сои

Наименование химического компонента	Содержание (в 100 г сух. вещ.)	Источник информации
1	2	3
Белки общие, г	28–50	В.С. Петибская, 2005
Незаменимые аминокислоты, (сумма), г	10,19–16,40	
в том числе: лизин	1,76–2,84	
треонин	1,19–1,81	
валин	1,48–1,99	
метионин	0,57–0,95	
изолейцин	1,21–2,07	
лейцин	2,09–3,38	
фенилаланин	1,38–2,51	
триптофан	0,51–0,85	

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Лектины: содержание в белке, %	2–10	И.И. Бенкен и др., 1985
активность, ГАЕ/мг муки	18–74	
Ингибиторы трипсина:		
содержание в белке, %	5–10	В.Б.Толстогузов, 1987
активность, мг/г муки	6,9–38,0	В.С. Петибская, 2005
Липиды, г	16,5–27,0	В.С. Петибская и др., 2001
в том числе жирные кислоты: г		
пальмитиновая 16:0	1,49–2,32	
стеариновая 18:0	0,38–1,04	
олеиновая 18:1	2,89–6,19	
линолевая 18:2	9,32–13,17	
линоленовая 18:3	1,46–2,00	
Фосфолипиды, г	2,7–4,2	Л.А. Кучеренко, 2009
Токоферолы, мг	29,8–50,7	Л.А. Кучеренко и др., 2008
Углеводы общие, г	17,0–33,9	Э.Г. Перкинс, 1998
в том числе: глюкоза, г	0,01	Химический состав пищевых продуктов, 1979
фруктоза, г	0,55	
сахароза, г	5,1	
раффиноза, г	1,0–1,6	В.Б. Толстогузов, 1987; К.А. Степчков, 1965
стахиоза, г	3,0–6,0	
крахмал, г	1,2–6,0	
клетчатка, г	5,0–10,6	
лигнин, г	2,0	
пентозаны, г	4,6	
галактаны, г	1,6	
Сапонины, г	0,5–2,2	И.П. Салун и др., 1970 С. Монари и др., 1993
Изофлавоноиды, всего, г	0,5–0,7	О.В. Константинова, 2001
в том числе: генистин, мг	166,4	Э.Г. Перкинс, 1998
даидзин, мг	58,1	
глицитеин, мг	33,8	
куместрол, мг	0,04	
Зольные элементы, г	4,9–6,0	И.П. Салун и др., 1970,
Макроэлементы, мг:		
калий	1607–2780	Химический состав пищевых продуктов, 1979, Рекоменд. СКНИИЖ, 1988, В.Г. Щербаков, 1991, С. Монари и др., 1993, В.С. Петибская и др., 2004
фосфор	480–780	
кальций	250–470	
магний	100–280	
сера	214–244	
кремний	177–400	
Мезоэлементы, мг:		
железо	9,7–25,7	

Продолжение таблицы 2

1	2	3
хлор	30–64	
натрий	6–44	
цинк	2,01–4,89	
марганец	2,8–8,0	
Микроэлементы, мкг:		
бор	100–750	
алюминий	700	
медь	100–500	
никель	304	
молибден	99–250	
кобальт	31	
йод	8	
фтор	120	
стронций	67	
хром	16	
селен	11	
Витамины, витаминоподобные соединения, мг:		Химический состав пищевых продуктов, 1979, С.Монари и др.,1993, Э.Г. Перкинс, 1998, С.В. Калашникова, 2001, В.С. Петибская и др., 2004.
тиамин (В1)	0,66–1,80	
рибофлавин (В2)	0,22–0,87	
пантотеновая к-та (В3)	1,10–2,23	
пиридоксин (В6)	0,38–1,30	
ниацин (РР)	1,62–3,50	
биотин (В7)	0,032–0,060	
холин	245–297	
фолацин (В9)	0,180–0,450	
витамин С	8,5–9,7	
филлохинон (К)	0,15–0,45	
витамин Е	2,31–17,3	
β-каротин	0,07–5,50	

Сравнивая содержание различных компонентов в семенах сои с рекомендуемым суточным уровнем их потребления здоровым человеком, следует отметить, что потребление всего 100 г сои позволяет полностью удовлетворить потребность человека в полиненасыщенных жирных кислотах, изофлавонах, нерастворимых пищевых волокнах, витаминах: В1, Е, К, β-каротине, биотине, фолиевой кислоте, минеральных элементах: калии, железе, марганце, кремнии, кобальте.

В семенах сои химические вещества распределены не равномерно (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав семени и его анатомических частей*

Наименование	Доля семени, %	Содержание, % сух. вещ.			
		белок	жир	зола	углеводы
Целое семя	100	36,5–40,3	13,0–24,0	3,0–6,0	14,0–33,9
Семядоли	90,0–90,3	41,3–42,8	20,7–22,8	4,3–5,0	14,6–29,4
Оболочка	7,3–8,0	7,0–8,8	0,6–1,0	3,8–4,3	21,0–85,9
Зародыш	2,0–2,4	36,9–40,8	10,4–11,4	4,0–4,4	17,3–43,4

* К.А. Степчков и др., 1965, В.Г. Щербаков, 1991; Э.Г. Перкинс, 1998

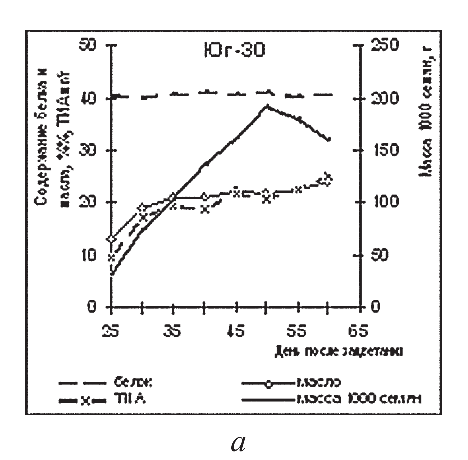
Наиболее богаты белком, жиром, минеральными элементами – семядоли. Оболочки значительно обеднены этими компонентами. В них в основном содержатся нерастворимые и малодоступные углеводы.

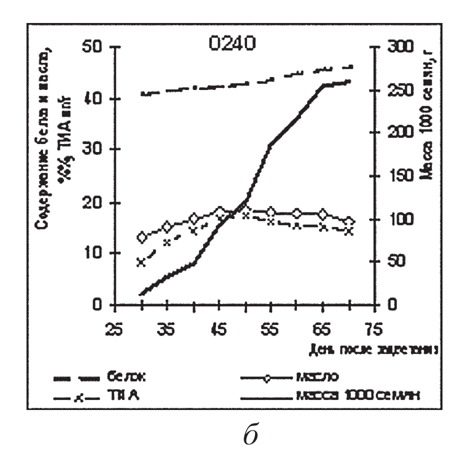
Наименее изученным является вопрос о накоплении основных компонентов – белка и масла, а также трипсин ингибирующей активности (ТИА) семян в процессе их созревания. Динамика этих веществ была исследована нами на сортах и селекционных линиях: Юг-30, Ходсон, Л-0240, Sioux и Р-73-9 (А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко, В.С. Петибская, 2005).

Экспериментальные данные показали, что по мере накопления сухих веществ в семенах, в них увеличивается количество белка, масла и ТИА. Коэффициенты корреляции между средней массой развивающегося семени и этими показателями составили соответственно 0,99, 0,96 и 0,87.

Было установлено, что темпы накопления основных биохимических компонентов в течение роста и развития семян сои неодинаковы. У высокомасличного и низкобелкового сорта Юг-30 процесс образования масла нарастал вплоть до полной спелости и находился на высоком уровне, тогда как темп накопления белка стал снижаться уже после 40-го дня после образования завязи бобов (рис. 1*а*).

У высокобелковых и низкомасличных образцов на примере линии Л-0240 наблюдалась обратная закономерность: процесс синтеза белка сохранял положительную динамику вплоть до полной спелости (рис. 1*б*). Накопление масла происходило до 50-го дня, а к концу полного созревания его доля снижалась.





а *б*

Рисунок 1 – Динамика изменений основных биохимических компонентов в процессе развития семян сои на примере сортов Юг-30 и Л-0240

Экспериментальные данные показали, что характер динамики ТИА в полной мере соответствует характеру изменения масличности семян (r = 0,99) и находится в обратной связи с изменчивостью содержания общего белка (r = -0,94).

Низкоингибиторные и одновременно высокобелковые образцы Sioux и Р-73-9 характеризовались тем, что пик ингибиторной активности в них достигался раньше, имел меньшую величину, а накопление общего белка заканчивалось позже и достигало большей величины, чем у высокоингибиторных и одновременно низкобелковых сортов Юг-30 и Ходсон.

Уровень активности ингибиторов в созревших семенах зависел от величины и направленности процессов накопления белка и масла в процессе созревания. В тех сортах, в которых изначально синтез общего белка шел интенсивнее и заканчивался позже, а синтез масла снижал темпы после середины периода налива семян, достигая невысокого уровня, трипсинингибирующая активность была понижена.

В целом, сорта сои с генетически обусловленным пониженным содержанием ингибиторов трипсина характеризовались тем, что в их зерне накопление общего белка в процессе развития семени происходило более высокими темпами и длилось вплоть до

полной спелости. При этом накопление масла у таких сортов сокращалось уже на 40–45-й день после зацветания.

Для сортов с повышенной активностью ингибиторов трипсина характерно пониженное содержание белка в зрелых семенах и более раннее снижение темпов его накопления в процессе роста и развития. В этих же сортах одновременно повышено содержание масла, а также более интенсивны темпы его накопления вплоть до полной спелости.

Многочисленные наблюдения, проведенные нами в 1993–1997 гг. на 8 тысячах образцах сои подтвердили зависимость между основными компонентами семян сои. Они показали, что в зрелых семенах между содержанием общего белка и активностью самых термоустойчивых антипитательных веществ – ингибиторов трипсина проявляется отрицательная зависимость (от r = -0,44 до r = -0,99) и положительная между содержанием масла и ТИА (от r = 0,76 до r = 0,98). Эту биологически обусловленную зависимость можно и нужно учитывать как при создании новых сортов пищевого назначения, так и при разработке технологических приемов их переработки.

3.1. БЕЛКИ

Белки или протеины – это высокомолекулярные азотсодержащие органические соединения, молекулы которых построены из остатков аминокислот (Пищевая химия, 2007).

Белки выполняют важнейшую роль в жизни всех организмов, составляя основу цитоплазмы клеток. Все ферменты являются белками, а они катализируют многочисленные реакции в живом организме, обеспечивая необходимый для него обмен веществ.

Общее число отдельных белков очень велико. В растениях их десятки и даже сотни тысяч, а в теле человека примерно 5 млн. индивидуальных белков (Б.П. Плешков, 1980). Огромное разнообразие белков обусловлено способностью 20 протеиногенных аминокислот взаимодействовать друг с другом с образованием полимерных молекул с молекулярной массой 5 тыс. – 1 млн. дальтон (дальтон – см. главу «Термины, понятия, определения»).

Обеспеченность организма этими веществами играет огромную роль. Известно, что большинство современных людей испытывает недостаток белков в организме. По оценке экспертов дефицит белка для населения России составляет 1 млн. тонн в год. Это влечет за собой снижение работоспособности, ослабление костной и мышечной ткани, угнетение центральной нервной системы, ухудшение способности к обучению, слабость иммунной системы, лабильность психики, повышение веса. В случае белковой недостаточности наблюдается замедление роста и умственного развития, нарушение кроветворения. Восполнить дефицит белка можно, употребляя белковую пищу, нежирное мясо, рыбу, птицу, сыры, бобовые культуры.

Но и избыточное содержание белка в рационе не желательно, так как приводит к образованию NH_3 в тканях, а также токсических продуктов в толстом кишечнике, повышает нагрузку на печень и почки, а также перевозбуждает нервную систему, может вызвать гиповитаминоз А и B_6 (Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, М.М. Эльдейман, 1989).

В соответствии с рекомендациями ФАО/ВОЗ величина оптимальной потребности в белке составляет 60–100 г в сутки. В пересчете на 1 кг массы тела у взрослого она равняется около 1 г, для детей в зависимости от возраста – от 1,05 до 4,00 г.

В состав белков обычно входит двадцать аминокислот и два амида: аспарагин и глютамин (Б.П. Плешков, 1980). Попадая в организм человека с пищей, белки расщепляются до аминокислот, а из них, в свою очередь, образуются новые белки, необходимые для жизнедеятельности человека или животного.

Вот почему важно, чтобы в организм человека аминокислоты поступали в таком соотношении, какое необходимо ему для построения собственных белков. Поэтому *показателем качества белка любого продукта является его биологическая ценность*, которая отражает степень соответствия аминокислотного состава данного белка потребностям организма человека.

Особое значение имеет содержание в белке так называемых *незаменимых аминокислот*, то есть тех аминокислот, которые не вырабатываются организмом человека или животных и должны быть получены с продуктами питания.

Содержание, соотношение и потребность в незаменимых аминокислотах определены международными организациями ФАО и ВОЗ.

Для взрослого человека незаменимых аминокислот восемь. Это лизин, треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, триптофан. Для детского организма дополнительно гистидин и аргинин. Нехватка одной из незаменимых аминокислот приводит к неполному усвоению других.

Лизин необходим организму для усвоения кальция и его доставки к костям. Дефицит лизина может вызвать увеличение потери кальция с мочой, обусловливая остеопороз. Он участвует в сохранении мышечной ткани, поддерживая здоровье сердца. Лизин замедляет повреждение хрусталика глаза при диабете. Совместное потребление лизина и аргинина повышает определенные показатели жизнеспособности иммунной системы. Это дает основание использовать лизин в составе диетологической программы при симптомах хронической усталости, гепатита или ВИЧ (Р. Аткинс, 2000). Лизин необходим для нормального протекания процессов кроветворения, восстановления после повреждений и травм, жирового обмена, усиления противовирусного иммунитета.

Треонин участвует в синтезе витамина B_{12} (А.А. Анисимов, А.Н. Леонтьева, 1986).

Валин, изолейцин, лейцин – это аминокислоты, сберегающие мышцы и другие ткани (за исключением костей и жира) от постоянного распада, который составляет часть естественного обмена веществ. Они особенно необходимы, когда мы едим мало белковой пищи, а также чрезмерно тренируемся, испытываем стресс или болеем, так как при этом распад происходит быстрее восстановления, особенно при раке, почечной недостаточности, СПИДе (Р. Аткинс, 2000).

Метионин – гликогенобразующая серосодержащая аминокислота, донор метильных групп. Эта аминокислота участвует в процессах ферментативного метилирования, приводящих к образованию холина, адреналина и других биологически важных соединений. Помогает в некоторых случаях при шизофрении, так как снижает уровень гистамина в крови. В сочетании с холином

и фолиевой кислотой метионин может использоваться как защитное средство против некоторых видов опухолей (Э. Минделл, 1997). Метионин является ценным потому, что печень использует его для выработки s-аденозилметионина (SAM). Оба эти вещества улучшают работу печени, снижают боль при остеоартрите, помогают исцелению суставов, эффективны при лечении разнообразных неврологических нарушениях, болезни Паркинсона, фибромиалгии, синдроме хронической усталости (Р. Аткинс, 2000).

Фенилаланин является важнейшим строительным материалом для выработки нейромедиаторов, способствующих бодрости и положительному расположению духа. В дозах от 0,5 до 3 г эта аминокислота в сочетании с витамином B_6 вызывает улучшение состояния при депрессивных состояниях, связанных с апатией и сонливостью. Она значительно снижает тяжесть некоторых симптомов паркинсонизма (Р. Аткинс, 2000). Фенилаланин уменьшает чувство голода, увеличивает сексуальный интерес, улучшает память и умственную активность, облегчает депрессию (Э. Минделл, 1997).

Триптофан участвует в образовании никотиновой кислоты. В нашем организме непосредственно преобразуется в серотонин – нейромедиатор, который вызывает умственное расслабление и создает ощущение эмоционального благополучия, он эффективно и безопасно справляется с бессонницей, полезен при сезонных аффективных расстройствах (Р. Аткинс, 2000). Его недостаток обусловливает нарушение функций костного мозга, снижение в крови эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. С недостатком триптофана связано развитие пеллагры. Он уменьшает болевую чувствительность, препятствует алкоголизму (Э. Минделл, 1997).

Гистидин служит предшественником гистамина. Стимулирует репаративные процессы. Оказывает благоприятное влияние на липопротеиновый обмен. Его рекомендуют при гепатитах, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, атеросклерозе (Ф.П. Тринус, 1977).

Аргинин снижает уровень холестерина более эффективно, чем любая другая аминокислота. Ежедневное потребление 6–17 г аргинина снижает уровень «плохого холестерина» – липопротеидов низкой плотности (ЛНП), не уменьшая содержание «полезного

холестерина» – липопротеидов высокой плотности (ЛПВ). Кроме того, у людей с высоким уровнем холестерина в крови аргинин способствует здоровой коронарной микроциркуляции, тем самым препятствуя образованию сгустков крови, которые могут вызывать инфаркты и инсульты. Потребление от 1,5 до 4 г в день достаточно для заживления ран, восстановления сексуальной реакции и поддержания иммунной системы. Аргинин увеличивает образование окиси азота – вещества, которое обеспечивает расслабление кровеносных сосудов, снижая кровяное давление. Он способствует сохранению нежировой, мышечной ткани. ***100–150 г вареной сои обеспечит нормальное кровеснабжение всех органов человека, что гарантирует хорошую память, предотвращает инсульт и инфаркт*** (Р. Аткинс, 2000).

Дефицит незаменимых аминокислот в пищевом рационе или их несбалансированность (то есть нарушение правильных соотношений между аминокислотами) приводит к задержке роста и развития, а также возникновению ряда других нарушений в функционировании организма (А.А. Покровский, 1981).

Наиболее полноценными являются белки животного происхождения, так как их аминокислотный состав наиболее близок к белку человеческого организма. Они усваиваются на 97 %.

Однако мясо не содержит в достаточной мере клетчатку. Это создает условия для гнилостной микрофлоры. При злоупотреблении мясной пищей может начаться дисбактериоз и запор (Е. Склянская, 2001). Кроме того, в мясе животных присутствуют остаточные количества гормонов роста, антибиотиков, хлорорганических соединений, пестицидов, различного рода химических токсических веществ, попадающих из рациона и небезопасных для человека. Поэтому необходимо употреблять как животные, так и растительные белки.

Для среднестатистического взрослого человека рекомендуется потреблять 70–100 г белка в сутки, из них 50 г должно быть животного, остальные растительного происхождения.

Наилучшими из растительных белков должны быть те, у которых наибольшая биологическая ценность, в значительной степени зависящая от содержания и соотношения незаменимых аминокислот.

Для объективной оценки биологической ценности белка было введено понятие «аминокислотного скора», то есть отношения количества каждой незаменимой аминокислоты в изучаемом белке к количеству этой же аминокислоты в гипотетическом белке с идеальной аминокислотной шкалой (стандартом ФАО/ВОЗ). Этот показатель рассчитывают по формуле:

$$\text{Аминокислотный скор} = \frac{\text{мг АК в 1 г исследуемого белка}}{\text{мг АК в 1 г идеального белка}} \cdot 100,$$

где АК – любая незаменимая кислота.

Лимитирующей биологическую ценность аминокислотой является та, скор которой имеет наименьшее значение, а *дефицитной* – скор которой менее 100 (А.А. Покровский, 1981).

В таблице 4 приведено содержание незаменимых аминокислот в идеальном белке (стандарте ФАО/ВОЗ), в белке семян некоторых культур, а также их аминокислотный скор.

Для большинства культур лимитирующими и дефицитными являются лизин, метионин, а также валин, изолейцин и триптофан. Соя отличается тем, что в составе ее белка незаменимые аминокислоты находятся в основном в избытке по сравнению с идеальным белком и только метионин в дефиците.

Таблица 4

Содержание незаменимых аминокислот в белке семян некоторых культур (г в 100 г белка) и их аминокислотный скор

Аминокислота	St*	Соя		Кукуруза		Ячмень		Пшеница		Подсолнечник		Чечевица	
		A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C
Лизин	4,2	6,2	148	2,7	**64**	3,6	**86**	2,5	**60**	3,4	**81**	5,1	121
Треонин	2,8	3,7	132	3,4	121	3,7	132	3,0	107	3,5	125	3,0	107
Валин	4,2	4,9	117	3,4	**81**	4,0	**95**	3,0	**71**	4,8	114	5,1	121
Метионин	2,2	1,8	**82**	2,4	109	1,3	**59**	1,3	**59**	2,0	**91**	0,6	**27**
Изолейцин	4,2	4,8	114	2,3	**55**	2,6	**62**	2,4	**57**	3,6	**86**	5,8	138
Лейцин	4,8	7,5	156	9,5	198	6,7	140	6,6	138	6,2	129	5,5	115
Фенилаланин	2,8	4,6	164	4,0	143	5,0	179	4,1	146	4,2	150	4,0	143
Триптофан	1,4	1,5	107	0,9	**64**	-	-	-	-	2,0	143	0,6	**43**

* St – стандарт ФАО/ВОЗ, А – содержание аминокислоты в белке,
С – аминокислотный скор

Отличительной особенностью соевого белка является самое высокое содержание в нем лизина, которым, как правило, бедны белки зерновых культур. Поэтому соя служит хорошим дополнением к зерновым культурам, существенно повышая их биологическую ценность. Наиболее эффективной будет смесь сои и кукурузы, так как дефицит метионина в соевом белке будет компенсироваться некоторым избытком его в белке кукурузы, а лимит лизина, валина, изолейцина и триптофана в кукурузном белке будет ликвидирован за счет их избытка в соевом.

Достоинством сои является то, что употребление всего 150–250 г семян может полностью удовлетворить суточную потребность взрослого человека во всех аминокислотах при отсутствии других источников белка в рационе, в том числе и белка животного происхождения, в то время как семян зерновых культур потребуется в 5–7 раз больше (табл. 5).

Таблица 5

Содержание белка и незаменимых аминокислот в семенах различных культур

Показатель	Содержание в семенах, г/100 г сух. вещ.						Суточная потребность, г
	соя	горох[w]	пшеница[w]	кукуруза[w]	ячмень[w]	рис[w]	
Белок	**38–48**	23	12,5	10,3	11,5	7,3	**80–100**
Лизин	**2,2–2,7**	1,66	0,34	0,30	0,37	0,29	**3–5**
Треонин	**1,4–1,8**	0,93	0,37	0,32	0,35	0,26	**2–3**
Валин	**1,7–2,0**	1,10	0,58	0,48	0,58	0,40	**3-4**
Изолейцин	**1,6–2,0**	1,33	0,52	0,41	0,42	0,39	**3–4**
Лейцин	**2,6–3,2**	1,65	0,97	1,25	0,75	0,73	**4–6**
Фенилаланин	**1,8–2,4**	1,11	0,62	0,46	0,59	0,41	**2–4**
Метионин	**0,7–1,0**	0,25	0,18	0,20	0,18	0,15	**2–4**
Триптофан	**0,6–0,9**	0,26	0,14	0,08	0,12	0,09	**1,0**

[w] – Химический состав пищевых продуктов, 1979

Этот факт особенно важен, так как вегетарианцам или тем, кому не доступен белок животного происхождения, очень трудно без использования сои в полной мере обеспечить свой организм этим жизненно важным компонентом в соответствии с рекомендуемой нормой потребления.

Кроме того, отмечено, что *при переваривании белков сои в желудке образуется пептид, вызывающий уменьшение содержания холестерина в крови* (Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, М.М. Эйдельман, 1989).

Фракции белка. Белки семян сои гетерогенны. По растворимости в различных растворителях их делят на четыре основные фракции, которые представлены:

– водорастворимая – альбуминами и легкоподвижными псевдоглобулинами;

– солерастворимая – истинными глобулинами (эвглобулинами);

– щёлочерастворимая – глютелинами;

– спирторастворимая – проламинами.

Солерастворимую фракцию извлекали 10 % раствором NaCl, щёлочерастворимую – 0,2 % раствором NaOH, спирторастворимую – 70 % водным раствором этилового спирта.

Согласно ФАО/ВОЗ – 2008: «Объединенные стандарты (Методы анализа и апробации)», *содержание сырого белка в сое определяют умножением содержания общего азота на коэффициент 6,25 ($N_{общ}$ x 6,25).* Общий азот включает в себя азот белковых фракций и небелковый азот. Содержание белковых веществ определяли суммированием белковых фракций.

В данном эксперименте В.С. Петибская, Е.Г. Ефремова (2003) установили, что содержание сырого белка и белковых фракций существенно зависит от биологических особенностей сорта (табл. 6, приложение 1).

Таблица 6

Содержание белка и его фракций в семенах различных сортов сои, %

Сорт	Сырой белок ($N_{общ}$ x 6,25)	Белковые фракции				
		сумма	растворимые в:			
			воде	10 %-ном р-ре NaCL	0,2 %-ном р-ре NaOH	70 % спирте
Лань	36,3	28,3	21,3	3,5	2,2	1,3
Руно	41,0	31,4	22,2	5,7	2,4	1,1
Фора	46,5	34,2	23,4	6,7	2,5	1,6
Веста	44,7	33,8	23,0	6,8	2,6	1,4
Валента	48,0	35,9	26,4	5,2	2,9	1,4
Л-784	43,1	33,1	23,3	5,3	2,6	1,9

Максимальные сортовые различия по содержанию сырого белка составили 11,7 %, белковых фракций – 7,6 %. Самый высокобелковый сорт – Валента, низкобелковые – Лань и Руно.

Между содержанием сырого белка и суммой всех белковых фракций в семенах изученных сортов проявляется высокая положительная корреляция (r= 0,99).

В отличие от других культур, в соевых семенах больше всего водорастворимых белков (альбуминов и псевдоглобулинов). Их доля в сумме всех белковых фракций колеблется от 68,4 до 78,7 % (табл. 7). Поэтому наиболее эффективным является получение растительного белка из семян сои. В зерновых культурах превалирующей является фракция глютелинов, поэтому они менее пригодны для этих целей.

Второе место занимают солерастворимые белки – истинные глобулины (эвглобулины). На их долю приходится 12,4–19,6 %, далее щёлочерастворимые (глютелины) – 7,3–8,1 %, меньше всего содержится спирторастворимых белков (проламинов) – 1,2–5,7 %.

Представление о фракционном составе соевого белка необходимо по той причине, что из сои производят различные белоксодержащие продукты: обезжиренную соевую муку, соевое молоко, жмыхи, шроты, белковые концентраты, текстураты и так далее.

Таблица 7

Доля отдельных фракций в соевом белке, %

Сорт	В сыром белке				В сумме белковых фракций			
	альбумины и псевдоглобулины	эвглобулины	глютелины	проламины	альбумины и псевдоглобулины	эвглобулины	глютелины	проламины
Лань	58,20	9,56	6,01	3,55	75,27	12,37	7,77	4,59
Руно	54,14	13,90	5,85	2,68	70,71	18,15	7,64	3,50
Фора	50,32	14,40	5,38	3,44	68,43	19,59	7,30	4,68
Веста	59,50	9,39	5,82	0,89	78,70	12,43	7,69	1,18
Валента	55,00	10,83	6,04	2,92	73,54	14,48	8,08	3,90
Л-784	54,06	12,30	6,03	4,40	70,40	16,01	7,85	5,74
Диапазон	**50,32-59,50**	**9,39-14,40**	**5,38-6,04**	**0,89-4,40**	**68,43-78,70**	**12,37-19,59**	**7,30-8,08**	**1,18-5,74**
Среднее	**55,20**	**11,73**	**5,86**	**2,98**	**72,84**	**15,51**	**7,72**	**3,93**

3 Заказ 079

Не все фракции белка в равной степени присутствуют в каждом из этих продуктов. Так, например, при производстве молока из семян извлекают водорастворимую фракцию. В обезжиренной соевой муке, жмыхах, шротах, текстуратах присутствуют все фракции белка. Белковые концентраты, полученные методом спиртовой экстракции, не содержат проламины.

Все белковые фракции различаются по аминокислотному составу, о чем свидетельствуют данные, представленные в таблице 8.

Таблица 8

Аминокислотный состав различных фракций соевого белка*

Аминокислоты	Содержание в белковой фракции, моль/%		
	водорастворимые	соле-растворимые	щёлоче-растворимые
Лизин	5,8	4,4	5,6
Треонин	4,9	7,3	6,0
Валин	6,1	7,1	6,9
Метионин	1,0	0,9	0,8
Изолейцин	4,6	4,1	4,6
Лейцин	8,6	9,1	9,3
Фенилаланин	4,3	4,5	4,2

* А.А. Бородулина, Л.В. Супрунова, 1981

В водорастворимых белках (альбуминах и псевдоглобулинах) содержание лизина и метионина выше, чем в остальных. Именно эта белковая фракция присутствует в соевых молочных продуктах. Судя по данным таблицы 6, наиболее подходящим сырьем для их производства будут новые сорта кубанской селекции Фора, Веста, Валента и линия Л-784, так как в их семенах повышено не только содержание общего белка, но и водорастворимой фракции. Многолетними нашими исследованиями установлено, что в любой год выращивания в семенах этих сортов содержание белка выше, чем в сортах традиционной селекции – Лира, Лань, Ходсон, Альба (табл. 9).

Белок в пищевых продуктах выполняет две функции: пищевую и *структурную*. Пищевая функция белка определяется его биологической ценностью (то есть содержанием и соотношением незаменимых аминокислот). Структурная – обусловливает

Таблица 9

Содержание белка в некоторых сортах сои, выращенных в разные годы

Сорт	Год выращивания						Диапазон	**Среднее**
	1997	1998	1999	2005	2006	2007		
Лира	–	–	40,8	36,9	38,6	39,8	36,9–40,8	**39,0**
Ходсон	40,7	42,4	40,8	40,1	–	–	40,1–42,4	**41,0**
Лань	42,1	43,1	40,6	40,9	43,7	–	40,6–43,7	**42,1**
Альба	–	–	–	38,9	42,3	42,0	38,9–42,0	**41,0**
Вилана	40,6	43,6	40,5	41,1	43,3	41,9	40,5–43,6	**42,0**
Дельта	40,4	43,6	40,7	42,2	44,2	41,7	40,4–44,2	**42,1**
Веста	44,1	43,9	42,8	43,9	45,4	–	42,8–45,4	**44,0**
Фора	44,9	44,1	44,5	45,2	–	–	44,1–45,2	**44,7**
Валента	–	45,1	47,8	46,8	46,5	–	45,1–47,8	**46,6**

структуру пищевых продуктов, зависящую от физико-химических показателей и названную «функциональными свойствами».

К наиболее важным функциональным свойствам белка относят растворимость и набухание, способность стабилизировать дисперсные системы (пены, эмульсии и суспензии), образовывать гели, адгезионные и реологические свойства белковых систем, жиро- и водоудерживающую способность, пенообразующую способность, способность к прядению и текстурированию (М.В. Степуро, 2006; Пищевая химия, 2007).

Растворимость белка характеризуют коэффициентом (индексом) растворимого азота (КРА) или коэффициентом (индексом) диспергируемости белка (КДБ). В первом случае определяют количество азота (% от общего), во втором – количество белка (% от общего), перешедшего в раствор при контролируемых условиях растворения (С. Серкл, А. Смит, 1983).

Водоудерживающая способность (ВУС) характеризуется адсорбцией воды при участии гидрофильных остатков аминокислот, *жироудерживающая (ЖУС)* – адсорбцией жира за счет гидрофобных остатков.

Поскольку в литературе нет данных о влиянии биологических особенностей сорта на технологические свойства белковых концентратов, полученных из сортов отечественной и зарубеж-

ной селекции, мы провели сравнительный анализ их водо- и жироудерживающей способности (табл. 10).

Таблица 10

Сравнительная характеристика технологических показателей белковых концентратов, полученных из разных сортов сои

Показатель	Сорт, из которого получен белковый концентрат							**Среднее**
	Лира	Дельта	Лакта	Фора	Валента	Stine	Major	
ВУС, г/г	2,90	2,82	2,54	2,71	2,53	2,80	2,81	**2,75**
ЖУС, г/г	0,85	0,84	0,87	0,83	0,94	0,85	0,86	**0,86**

Способность удерживать воду у белковых концентратов, полученных из разных сортов, была высокой – в пределах 2,53–2,90 г/г; жироудерживающая – 0,83–0,94 г/г. Максимальные различия в ВУС для изучаемых сортов не превысили 15, а ЖУС – 13 относительных процентов. Связь между ВУС и ЖУС у белковых концентратов не обнаружена. Нет связи между этими величинами и содержанием белка в исходных семенах и белковых концентратах, полученных из них.

3.2. *ФЕРМЕНТЫ*

Ферменты – биологические катализаторы белковой природы. Они значительно повышают скорость химических реакций, которые в отсутствие ферментов протекают очень медленно. При этом ферменты не расходуются и не претерпевают необратимых изменений (Пищевая химия, 2007).

***Уреаза** – фермент из группы амидаз. Он осуществляет гидролитическое расщепление мочевины с образованием аммиака и углекислого газа.* Уровень её активности важен только при использовании сои в кормах, содержащих мочевину (для молочного животноводства), так как при взаимодействии уреазы с мочевиной кормов образуется аммиак, отравляющий организм животного (Д.Б. Верфел, Н.Х. Витт, 1998).

В исходных семенах сои доля уреазы может достигать 6% от количества всех белков. А её активность, но нашим данным, в зависимости от биологических особенностей сорта и условий выращивания колеблется в небольших пределах: от 2,43 до 2,63 ΔpH (табл. 11).

Сорта мало отличаются по этому признаку. Влияние года и зоны выращивания также не существенно.

Ранее полагали, что по уровню активности уреазы в полной мере можно судить о разрушении всех антипитательных компонентов зерна сои. Согласно ГОСТ 12220-88 глубину термообработки считают достаточной, если активность уреазы снижена до 0,1–0,2 ΔpH.

Таблица 11

Активность уреазы семян некоторых сортов сои, выращенных в различных условиях внешней среды

Сорт	Активность уреазы в семенах сои, ΔpH							
	Год выращивания (Краснодар)			Зона выращивания (урожай 1999 г.)				
	1997	1998	1999	Кущевский район, ОАО «Кубанское»	Лабинский район, Вознесенская опытная станция	г. Краснодар, ЦЭБ ВНИИМК	г. Майкоп, Адыгейский НИИСХ	ООО «Кропоткинские ФКХ АККОР-АГРО»
Ходсон	2,47	2,64	2,53	2,47	2,52	2,53	2,49	–
Юг-30	2,47	2,44	2,43	2,43	2,51	2,43	2,43	2,45
Лань	2,54	2,58	2,53	2,49	2,55	2,53	2,54	2,51
Руно	2,43	2,53	2,51	2,42	2,53	2,50	2,44	2,47
Вилана	2,55	2,63	2,55	2,53	2,57	2,55	2,56	2,53
Диана	2,51	2,61	2,55	2,54	2,56	2,55	2,46	2,49
Быстрица-2	2,45	2,51	2,47	2,47	2,49	2,47	2,48	2,46
Фора	2,48	2,44	2,47	–	–	2,48	2,50	–
Веста	2,52	2,49	2,51	–	–	2,51	–	–

Многочисленными нашими опытами было установлено, что не при всех режимах обработки сои, при которых активность уреазы снижена до 0,1–0,2 ΔpH достигается инактивация ингибиторов трипсина. Г.П. Молодцов (1987) также считает, что контроля по уреазе явно недостаточно, чтобы судить о наличии антипитательных веществ в сое. Видимо поэтому, согласно после-

дним работам различных исследователей в этой области, в санитарные правила и нормы введен также и допустимый уровень остаточной активности ингибиторов трипсина в соевых продуктах для детского и диетического питания (Продовольственное сырье и пищевые продукты, 1997).

Уреаза наиболее активна при pH 7,0. Спиртовая обработка сои дает существенное снижение ее активности (Ф.А. Вишнепольская, 1963; В.Г. Щербаков, 1977). По мере нагревания соевого сырья, фермент инактивируется. Чем жёстче режим термообработки, тем меньше остаточная активность уреазы.

Зона температур интенсивной инактивации уреазы соевых семян совпадает с интервалом температур интенсивного перехода водорастворимых белков в щёлочерастворимое состояние (В.П. Ржехин, В.Н. Красильников, 1963). Поэтому *жёсткие режимы термообработки семян для инактивации уреазы приводят к снижению качества белка.*

Липоксигеназа *– фермент, представляющий собой солерастворимый белок (глобулин) с молекулярной массой 108 кДа. Этот фермент катализирует окисление высокомолекулярных жирных кислот (линолевой и линоленовой) кислородом воздуха с образованием высокотоксичных гидроперекисей* (Пищевая химия, 2007).

Оптимум pH фермента лежит в зоне от 6 до 7, изоэлектрическая точка при pH 5,4, оптимальная температура – 20–30 °С. Липоксигеназа содержит металл переменной валентности – железо.

Этот фермент окисляет липиды, содержащие цис-цисдиеновые единицы. Образующиеся при этом гидроперекисные радикалы окисляют каротиноиды, аскорбиновую кислоту, аминокислоты и другие кислородмобильные компоненты, снижая тем самым пищевые достоинства сои. *Липоксигеназа играет существенную роль в прогоркании жиров.* Под действием этого фермента в семенах при длительном хранении образуются альдегиды и кетоны (н-гексанал, н-гексанол, этилвинилкетон), которые *придают сое специфический неприятный запах и вкус.*

Тормозят процесс окисления токоферолы, обрывая цепь превращений радикалов (В.Г. Щербаков, 1991). Но чаще всего, чтобы предотвратить эти явления, соевые семена подвергают тепловой обработке для инактивации фермента (С.В. Мартынов, 1984).

Активность липоксигеназы также снижается в результате прямой экстракции соевого лепестка бензином (в 4 раза) или спиртом (в 8 раз) (Л.В. Романова, 1963; В.Г. Щербаков, 1977).

Для ослабления имеющегося нежелательного запаха и вкуса, сою вымачивают в 1 %-ном растворе соды (Химия и биохимия бобовых растений, 1986), а при наличии специфического запаха у молока, его сквашивают с помощью молочно-кислых бактерий, бифидобактерий и дрожжей (А.М. Маслов, И.П. Рыкунова, 1989).

Предлагаются и другие способы. Например, соевое зерно экстрагируют водой в присутствии аскорбиновой кислоты (Заявка № 51-12698, Япония, опубл. 21.04.1976 г.) или же водным раствором смеси не менее двух кислот, типа яблочной, молочной, виннокаменной, лимонной (Патент США № 2660111, опубл. 02.05.1972 г.).

Существует и селекционный путь снижения активности липоксигеназы. Японские ученые создали линию Ichihime (Kyushu-III) с самым низким уровнем активности этого фермента. Она отсутствует в семенах японского сорта Wase Nutsu (k-7626) (Л.Г. Щелко, 1998).

Кофермент Ку10 (или убихинон) в основном поступает в организм с продуктами питания и имеет широкий спектр действия. *Кофермент Ку10 является коферментом для большой группы специфических белков, принимающих участие в процессах усвоения питательных веществ и накопления внутриклеточной энергии в форме АТФ.*

По этой причине кофермент Ку10 нормализует энергетику клетки и восстанавливает ее функции, предотвращает или снижает степень поражения клетки, вызванного кислородным голоданием, является антиоксидантом. По антиоксидантной активности Ку10 превосходит витамин Е в 5 раз. Он препятствует перекисному окислению липидов низкой плотности, снижает вязкость крови. Кроме того, он может затормозить процесс старения. До 30 лет организм вырабатывает достаточное количество этого вещества, а затем его начинает не хватать. Его роль особенно велика в обеспечении энергией сердца, печени, почек, поджелудоч-

ной железы. Он снижает риск возникновения инфаркта, удлиняет жизнь после инфаркта, помогает при пороках сердца, гипертонической болезни, атеросклерозе, астме, рассеянном склерозе. Организму нужно 140–280 мг этого кофермента в день.

Соя отличается повышенным содержанием Ку10. В связи с этим она эффективна при заболеваниях сердца, атеросклерозе, гипертонии, мышечной дистрофии, диабете, анемии, онкологических заболеваниях, болезнях Паркинсона и Альцгеймера, иммунодефицитах (Р. Аткинс, 2000).

3.3 *ИНГИБИТОРЫ ПРОТЕИНАЗ*

Особенности химического строения

Ингибиторы протеиназ – это вещества белковой природы, присутствующие у представителей многих групп растений. Их характерной особенностью является то, что взаимодействуя с ферментами, предназначенными для расщепления белков, они образуют устойчивые соединения, лишенные как ингибиторной, так и ферментативной активности (В.В. Мосолов, 1982).

Результатом такой блокады является снижение усвоения белковых веществ рациона. Попадая в желудок, часть ингибиторов (30–40 %) теряет свою активность, а наиболее устойчивые достигают двенадцатиперстной кишки в активной форме и ингибируют ферменты, вырабатываемые поджелудочной железой. В результате этого она вынуждена продуцировать протеолитические ферменты более интенсивно, что, в конечном итоге, может вызвать ее гипертрофию (A. Krogdahl, H. Holm, 1981).

Ингибиторы в значительной степени различаются по химическому строению, локализации в растении, уровню активности, субстратной специфичности. Но для всех характерно повышенное содержание серосодержащих аминокислот.

Некоторые ингибиторы обладают узкой специфичностью и способны угнетать активность только одного фермента, например, трипсина, химотрипсина, пепсина, папаина или сериновых

протеиназ. Но есть двухцентровые ингибиторы, которые способны присоединять одновременно две молекулы различных протеиназ. Например, соевый ингибитор Баумана-Бирк присоединяет одновременно к одному центру молекулу трипсина, к другому – химотрипсина, эластазу или катепсин (В.И. Сичкарь, 1982; И.П. Гладышева, Т.З. Шарафутди-нов, Т.В. Тихонова, 1993).

Величины молекулярной массы ингибиторов протеиназ лежат в широком интервале значений: от нескольких тысяч до нескольких сот тысяч дальтон. Низкомолекулярный ингибитор из картофеля имеет молекулярную массу всего лишь 4300 дальтон (S. Miura, G. Funatsu, 1995). К числу относительно высокомолекулярных ингибиторов протеиназ принадлежит ингибитор Кунитца из сои (21500 дальтон) (В.В. Мосолов, 1982).

Сопоставление аминокислотного состава различных ингибиторов позволяет обнаружить некоторые общие черты. Это отсутствие или очень низкое содержание триптофана и метионина у большинства ингибиторов, а также необычайно высокое содержание цистина, достигающего в некоторых случаях 17–20 % (В.В. Мосолов, 1975).

Наши исследования подтвердили положительную связь между трипсинингибирующей активностью (ТИА) семян сои и содержанием цистина ($r=0,60$) (В.С. Петибская, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, О.М. Шабалта, П.А. Каленов, 1998). Характерной особенностью этой аминокислоты является наличие в её молекуле дисульфидных связей. Учёные считают, что именно они придают структурную жесткость молекулам ингибиторов и обусловливают их устойчивость к протеолитическому расщеплению, воздействию различных факторов среды: высокой температуры, обработки щелочами, солями, кислотами.

Американские ученые отмечают, что обработка соевых семян даже при температуре 232°С в течение 8 минут полностью не разрушает ингибиторы (Справочник по использованию не обезжиренной сои, 1993). Но во всех случаях, когда удается достичь разрушения дисульфидных связей, всегда происходит утрата ингибиторной активности (Chen, 1973; В.В. Мосолов, 1975; В.И. Сичкарь, 1982). Сложность проблемы заключается в чрезвычайной прочности дисульфидной связи. Для ее разрыва нужна очень

большая энергия (от 20 до 20 тыс. ккал) в то время как для разрыва водородной связи достаточно лишь 1,5 ккал.

Содержание и активность ингибиторов семян сои

В семенах сои ингибиторы протеиназ составляют 5–10 % от общего количества белка (В.Б. Толстогузов, 1987). Поскольку они являются биологически активными веществами, то наиболее важным показателем является не содержание, а активность этих веществ.

Активность ингибиторов трипсина выражается количеством миллиграмм (мг) трипсина, необходимого для инактивации ингибиторов, содержащихся в 1 г абсолютно сухого продукта.

По нашим данным, в семенах сои она колеблется в зависимости от сортовых особенностей и условий выращивания от 6,9 до 38,6 мг/г (табл. 12).

Таблица 12

Диапазон активности ингибиторов трипсина в семенах сои некоторых сортов, выращенных в различных условиях

Наименование образца	Активность ингибиторов трипсина, мг/г		Наименование образца	Активность ингибиторов трипсина, мг/г	
	диапазон	**среднее**		диапазон	**среднее**
Ходсон	20,8–32,8	**26,8**	Вилана	19,8–30,4	**25,1**
Лань	20,2–32,8	**26,5**	Быстрица	19,5–27,6	**23,6**
Руно	18,7–29,0	**23,9**	Диана	21,0–30,0	**25,5**
Юг-30	18,7–29,6	**24,2**	Скрынтея	-	**33,3**
Кунитц	**6,9**–8,7	**12,8**	S-1492	-	**33,9**
Фора	15,2–17,8	**16,5**	Деница	-	**35,2**
Веста	17,0–19,4	**18,2**	Clay	-	**38,4**
Валента	9,9–13,3	**11,6**	Adepta	-	**38,6**

Гетерогенность и субстратная специфичность

Ингибиторы бывают конституционными и индуцированными. Конституционные ингибиторы содержатся в листьях, стеблях, корнях, семенах или плодах растений постоянно. Индуцированные – возникают как ответная реакция растения на повреждающий фактор: вторжение микроорганизмов, насекомых, механическую травму. При этом в спектрах ингибиторов появляются дополнительные компоненты (А.В. Метлицкий, К.С. Ахвледиани, 1966).

Отмечен ускоренный синтез ингибиторов в ответ на повреждение листьев картофеля или томата колорадским жуком, а также механическую травму (J. Graham, C. Ryan, 1981). Однако такая способность обнаружена не у всех видов культурных растений, а только у 10 из 23 исследованных (G. Pearse, L. Sy, C. Russell, C. Ryan, M. Hass, 1982; Р. Досон, Д. Эллиот, К. Джонс, 1991). В семенах гречихи выделены временные высокомолекулярные и постоянные низкомолекулярные ингибиторы (Toshifumi Kyohara, Iwasaki Teruo, 1985).

В растениях могут присутствовать несколько ингибиторов, синергически действующих, в результате чего растение может оказаться вовсе не доступным паразиту. Те сорта, у которых скорость образования химического барьера опережает скорость проникновения паразита, являются устойчивыми (А.В. Метлицкий, К.С. Ахвледиани, 1966).

В одном и том же растении, как правило, присутствуют несколько различных ингибиторов, каждый из которых осуществляет специфическую функцию. К примеру, ингибиторы, содержащиеся в кукурузе, ингибируют трипсин, микробную протеиназу, калликреин из подчелюстных желез крыс, не ингибируют химотрипсин, эластазу, пепсин (В. Малиновский, 1982).

Ингибиторы сои ингибируют трипсин, химотрипсин, пепсин. Наиболее изученными являются ингибиторы трипсина. Меньше всего информации об ингибиторах сериновых протеиназ.

Четкая классификация этих антипитательных веществ бобовых культур представлена в работах В.В. Мосолова и Т.А. Валуевой (1983).

Ингибиторы бобовых культур

По химическому строению, свойствам и субстратной специфичности они объединены в три семейства:

1. Ингибитора трипсина Кунитца.

2. Ингибитора трипсина и химотрипсина Баумана-Бирк.

3. Родственных белков-ингибиторов, подавляющих активность сериновых протеиназ микроорганизмов и не действующих на трипсин и химотрипсин.

Ингибиторы Кунитца впервые получены М. Кунитцом в кристаллическом виде в 1944 году. К настоящему времени идентифицировано 4 типа ингибиторов Кунитца: Ti_a, Ti_b, Ti_c и ti (В.И. Сичкарь, 1982). Первые три формы характеризуются электрофоретической подвижностью в 10 % ПАГ соответственно 0,79; 0,75; 0,83. Генотипы сои titi не содержат данного типа ингибиторов. Скармливание термически необработанной муки из такой сои приводило к меньшим панкреатическим повреждениям у цыплят (В.И. Сичкарь, 1982).

Ингибиторы Кунитца представляют собой водорастворимые белки, состоящие из 181–208 аминокислот с молекулярной массой 20000–25000 Да и имеют сравнительно небольшое число дисульфидных мостиков.

Одна молекула ингибитора Кунитца связывает одну молекулу трипсина (Химия и биохимия бобовых растений, 1986; А.В. Зимачева, В.В. Мосолов, 1995). Кроме того, отмечено, что ингибиторы Кунитца подавляют активность фермента крови – плазмина, но являются слабыми ингибиторами различных химотрипсинов (В.В. Мосолов, 1975). Сам же соевый ингибитор Кунитца не переваривается в нативном состоянии ни трипсином, ни химотрипсином, однако гидролизуется пепсином при pH 2 (В.В. Мосолов,1975; В.И. Сичкарь, 1982).

По данным Гаврилюк И.П., Зайцева Л.Н., Телеуца А.С., Черенок А.П. (1981), он обусловливает 50–90 % общей ингибиторной активности белка сои.

По нашим данным, активность ингибитора Кунитца в семенах сои колебалась в зависимости от биологических особенностей сорта в пределах 60–80 % от общей трипсинингибирующей активности семян (табл. 13).

Таблица 13

Активность различных фракций ингибиторов трипсина в семенах сои некоторых сортов

Сорт	Активность ингибиторов трипсина, мг/г							
	суммы всех ингибиторов		ингибитора Кунитца		ингибитора Баумана-Бирк		не идентифицированных ингибиторов	
	мг/г	%	мг/г	%	мг/г	%	мг/г	%
Ходсон	25,3	100	20,3	80	2,7	10,7	2,4	9,3
Фора	17,8	100	11,1	62,6	2,8	15,8	3,8	21,6
НТИА-1	13,5	100	10,0	73,7	1,3	9,6	2,3	16,7
Кунитц	6,9	100	4,3	61,8	1,4	20,6	1,2	17,6

Ингибиторы Баумана-Бирк представляют собой спирторастворимые белки с молекулярной массой 6000–10000 Да. Они имеют большое число дисульфидных мостиков, способных ингибировать как трипсин, так и химотрипсин. Ингибиторы Баумана-Бирк обладают двумя независимыми реактивными центрами. На одном из них они связываются с трипсином, а на другом – с химотрипсином, лейкоцитарной эластазой и катепсином (В.В. Мосолов, 1975; Химия и биохимия бобовых растений, 1986; И.П. Гладышева, Т.З. Шарафутдинов, Т.В. Тихонова, 1993).

По нашим данным, активность ингибитора Баумана-Бирк в отношении трипсина в семенах сои различных сортов колеблется от 1,3 до 2,8 мг/г и составляет 10–20 % от общей трипсинингибирующей активности семян (см. табл. 13).

Ингибиторы Баумана-Бирк, гораздо более чем ингибиторы Кунитца, устойчивы к воздействию высокой температуры, щелочей и кислот, не расщепляются ни пепсином, ни другими ферментами, в отличие от ингибитора Кунитца и, по-видимому, могут оказывать более глубокое влияние на протеолиз в живом организме (И.И. Бенкен, Т.Б. Томилина, 1985).

В более поздних работах появилось упоминание о наличии в семенах сои ингибиторов пепсина (О.В. Ковалева, 1998).

Ингибиторы сериновых протеиназ, не действующие на трипсин и химотрипсин, наименее изучены. Они составляют малую часть от общего количества ингибиторов и, по всей вероятности, являются неоднородными по химическому составу и суб-

стратной специфичности, устойчивые к различным денатурационным воздействиям и протеолитическому перевариванию. Ингибиторы этого семейства, как правило, являются самыми низкомолекулярными из всех ингибиторов и характеризуются наиболее высоким содержанием цистеина – аминокислоты с чрезвычайно прочными связями, что обусловливает их устойчивость к воздействиям высоких температур, крайних значений pH и другим внешним факторам.

Фракционирование нами ингибиторов трипсина по их растворимости показало, что в семенах сои преобладают водорастворимые ингибиторы – Кунитца (см. табл. 13). Они составляют в среднем 2/3 от общей активности ингибиторов трипсина. На долю ингибиторов Баумана-Бирк – спирторастворимой фракции приходится 10–20 % и столько же на остальные ингибиторы.

Распространение в природе

Ингибиторы протеаз содержатся в вегетативных и генеративных органах самых разнообразных видов растений и животных. Наиболее изученными являются ингибиторы трипсина. Их активность колеблется в широких пределах – от едва уловимых величин до 43 ингибирующих единиц в грамме сухого вещества.

Среди растений самая высокая **активность ингибиторов трипсина** обнаружена в семенах бобовых культур. Например, в сое 18,2–42,8 мг/г (И.И. Бенкен, Т.Б. Томилина, 1985). По нашим данным, трипсинингибирующая активность сои составляет 6,9–38,6 мг/г, чины – 8,8, арахиса – 0,4–6,2, фасоли – 0,5–4,6, гороха – 0,2–4,5 мг/г.

У пасленовых культур активность ингибиторов трипсина составляет: в картофеле – 1,3–8,6 мг/г, в томатах – 2,2 мг/г. В овощных культурах она ниже – 0,093–2,1 (B.H. Doell, C.J. Eden, C.A. Smith, 1981; О.В. Ковалева, 1998).

Самая низкая активность ингибиторов трипсина отмечена во фруктах – 0,01–0,054 мг/г (О.В. Ковалева, 1998).

Активность ингибиторов химотрипсина колеблется от 0 до 15 мг/г. Самая высокая активность отмечена также у бобовых культур, самая низкая – в фруктах и ягодах.

Активность ингибиторов пепсина в растениях колеблется от 0 до 9,1 единиц. Наибольшей активностью характеризовалась соя – 9,1 ед., значительно меньшим уровнем – овощные культуры – 0,01–1,77 мг/г (О.В. Ковалева, 1998).

Интересную работу провели английские ученые. Они установили, что каждый англичанин в среднем в сутки потребляет продукты, активность ингибиторов которых в сумме составляет 330 мг. Приведены данные о трипсинингибирующей активности для наиболее часто употребляемых продуктов. В сырых куриных яйцах ТИА составляет 23,6–23,8 мг/г, вареных – 12,8–13,3 мг/г; в кипяченом коровьем молоке – 1,7–2,4 мг/г; сыре – 0,3–0,4 мг/г; в жареном мясе: говядины – 0,7–0,9 мг/г, баранины – 0,6–0,7, свинины – 0,2–0,3; в колбасе – 0,2–0,4; рыбе – 0,3–0,5 мг/г.

В соевых продуктах ТИА составляет: в сырых семенах в среднем – 22,9 мг/г; мисо – 8,6; тофу – 5,5; жареной сое – 3,2; соевом твороге – 2,5; соевом белковом концентрате – 2,0 мг/г. В овощах ТИА находится в диапазоне 0,7–6,4 мг/г; злаках – 0,1–0,5; фруктах – 0,3–0,9; орехах – 0,3–0,4 мг/г (B.H. Doell, C.J. Eden, C.A. Smith, 1981).

Локализация в растениях

Установлено, что ингибиторы находятся в различных морфологических частях растения. Локализация этих веществ обусловлена их ролью в жизни растения. Так, в подсолнечнике максимум активности ингибиторов трипсина отмечен в зародышах, а наибольшая активность по отношению к протеазам серой гнили наблюдалась в семенных оболочках (В.Б. Погорлецкая, 1985). Ингибиторы протеаз серой гнили и трипсина отличаются по своим свойствам.

В сое ингибиторы трипсина присутствуют в семенах и не были обнаружены в листьях, стеблях, створках бобов (В.В. Мосолов, 1975; О.М. Шабалта, В.С. Петибская, П.А. Каленов, 1995).

В семени они распределены неравномерно (табл. 14). Наибольшая активность ингибиторов трипсина сорта Фора была обнаружена нами в оболочках семени (20,66 мг/г), наименьшая – в его зародышах (14,66 мг/г). Самое низкое содержание белка и масла было в оболочках.

Таблица 14

Активность ингибиторов трипсина, содержание белка и масла в различных частях семян сорта Фора

Часть семени	ТИА, мг/г	Белок, %	Масло, %
Семена целые	17,54	44,23	18,74
Семядоли	17,06	47,62	21,12
Зародыши	14,66	38,09	11,66
Оболочки	20,66	21,90	4,34

Следовательно, удаление семенных оболочек будет способствовать снижению ТИА и повышению содержания белка и масла сои. Кроме того, Hwang D.L.R., Yang W.K., Foard D.E. (1978) установили, что при замачивании семян, ингибиторы трипсина и химотрипсина (Кунитца и Баумана-Бирк) также как и лектины диффундируют в окружающий раствор. Замачивание в воде или удаление семенных оболочек технически вполне возможно и важно для получения большинства соевых продуктов (муки, молока, белковых концентратов).

У других представителей бобовых культур ингибиторы распределяются равномерно по всем частям растения (В.В. Мосолов, 1975).

Пшеница содержит ингибиторы не только в зерновках, но и в вегетативных органах. Ингибиторы из зародышей и вегетативных органов относятся к семейству Баумана-Бирк, а ингибиторы из эндосперма зерновок пшеницы являются бифункциональными, действующими на эндогенную амилазу и на сериновые протеиназы микроорганизмов, но не активные по отношению к трипсину и химотрипсину (В.В. Мосолов, Т.А. Валуева, 1983). В вегетативной массе шпината имеется термо- и кислотостабильный протеиназный ингибитор с молекулярной массой 18000 Да, который является специфичным для сериновых протеиназ и ингибирует трипсин значительно сильнее, чем химотрипсин (S. Shinobu, S. Emi, W. Tsumo, F. Ta-dashi, 1995).

Физиологическая роль

Существует несколько гипотез, объясняющих присутствие ингибиторов в растениях. Одни ученые полагают, что когда в семенах происходит интенсивный синтез белка, ингибиторы подавляют активность эндогенных протеиназ и, тем самым способствуют накоплению запасных белков в семени. Да и сами ингибиторы, являясь веществами белковой природы, относят к запасным компонентам семян.

Однако существуют аргументы, противоречащие этой теории. Так, в опытах на сое и горохе показано, что ингибиторы, выделенные из этих растений, не способны инактивировать эндогенные протеазы. Более того, в семенах гороха и маша, ингибиторы протеиназ локализованы главным образом вне белковых телец, что, по-видимому, предотвращает их участие в регуляции протеолиза запасных белков (Химия и биохимия бобовых растений, 1986).

Для того, чтобы проверить, приемлема ли эта гипотеза для сои, мы поставили эксперименты по изучению изменчивости содержания белка и ТИА в процессе созревания и прорастания семян сои. Динамика этих компонентов в процессе созревания семян различных сортов сои показала, что в расчете на 1 семя, содержание белка увеличивается: у одних сортов вплоть до конца созревания, у других его максимум отмечается за 10–20 дней до полной спелости. Аналогичная картина наблюдается и в динамике ингибиторной активности семян, но пик активности ингибиторов трипсина и максимум содержания белка совпадают не у всех сортов. Кроме того, темпы нарастания этих веществ не одинаковы. Изменчивость ТИА в большей степени коррелирует с содержанием масла ($r = 0,96–1,0$), чем с содержанием белка ($r = -0,31– -0,94$).

Викторова Е.С. (1983) также отмечает, что изменения ТИА в процессе созревания семян происходят параллельно накоплению азотистых веществ, хотя в определенный период нарастание ингибиторов трипсина значительно превосходит процесс синтеза последних. Эти факты свидетельствуют о некоторой разобщенности процессов накопления белков и ингибиторов трипсина.

Более того, многолетние экспериментальные данные, полученные нами при анализе 8000 образцов, показали, что содержание белка в зерне сои отрицательно коррелирует с ТИА ($r = -0,44 – -0,96$). У сортов с повышенным содержанием белка (44–47 %) ТИА невелика и колеблется в пределах 11–18 мг/г, с пониженным (32–38 %) – ТИА находится в диапазоне 24–32 мг/г.

4 Заказ 079

На отрицательную корреляцию между этими показателями (r = -0,42) указывают также ученые Гаврилюк И.П., Зайцева Л.Н., Телеуца А.С., Черненок А.П. (1981). Исследователи Бенкен И.И., Томилина Т.Б. (1985), Саянова В.В., Павлова Л.С., Бронштейн А.И., Широкова Е.П. (1980) отмечают отсутствие зависимости между содержанием белка и ТИА семян сои.

В опыте по изучению динамики белков и активности ингибиторов трипсина в процессе прорастания семян сои, нами получены экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что изменчивость белковых веществ и ингибиторов трипсина не коррелируют между собой. Так, при прорастании семян сои впервые 2–3 дня ТИА немного увеличивалась, а затем, интенсивно снижаясь, достигала нуля на 7–10-й день. Содержание белка колебалось в этот же период в небольших пределах. Вероятно, в этот период запасные белки семян гидролизовались, а новые, конституционные – синтезировались, образуя росток и корешок молодого растения.

Все изложенные факты не позволяют однозначно утверждать, что ингибиторы нужны растению для инактивации эндогенных протеаз.

Не исключено, что некоторые ингибиторы играют определенную роль и в процессах симбиотической азотфиксации. Наше предположение связано с тем фактом, что наибольшее количество ингибиторов накапливается в бобовых культурах, то есть в растениях, характеризующихся азотфиксирующей способностью. Но это нужно тщательно экспериментально проверить путем постановки специальных опытов.

Большинство исследователей полагает, что ингибиторы нужны растениям для блокировки экзогенных протеаз с целью предохранения различных частей растения от повреждения микроорганизмами и поедания животными.

О связи ТИА с устойчивостью растений к болезням и вредителям накопилось большое количество научных работ, но в них нередко встречаются противоречивые суждения. Они имеют место по той причине, что исследователи иногда неправомерно переносят факты, выявленные, например, на пшенице или картофеле, на другие культуры, не учитывая, что ингибиторы гетерогенны и существенно различаются по химическому строению, уровню и продолжительности их активности, по субстратной специфичности и локализации.

Нужен дифференцированный подход при интерпретации результатов экспериментов, учитывающий особенности как вида растений, так и химическое строение, локализацию, субстратную специфичность ингибиторов, содержащихся в нем.

Роль ингибиторов в устойчивости растений к болезням и вредителям

Известно, что соя, в отличие от других культур, является устойчивой ко многим болезням и вредителям. Часто исследователи однозначно объясняют этот факт наличием в ней большого количества ингибиторов, хотя в литературе можно встретить немало фактов, противоречащих этому суждению. Так, ученые Одесского селекционно-генетического института установили, что нет связи между ТИА и повреждаемостью сои акациевой огневкой, фузариозом, бактериальной пятнистостью и вирусной мозаикой (В.И. Сичкарь, А.П. Левицкий, О.А. Грикун, В.Н. Лобко, В.Ф. Марьюшкин, 1983; В.И. Сичкарь, Н.В. Лопатина, О.А. Грикун, 1991).

Проведенные нами эксперименты также показали отсутствие связи между ТИА и устойчивостью сои к заболеванию ложной мучнистой росой (*Peronospora manchurica* (Naum.) Syd. Ex.), а также повреждаемостью ее наиболее распространенным вредителем – паутинным клещом (*Tetrany-chus urticae* Koch).

В чем суть противоречий? Вероятнее всего не в строго научном подходе к интерпретации результатов экспериментов. Вполне очевидно, что поскольку вегетативные органы сои не содержат ингибиторов трипсина, то их устойчивость к болезням и вредителям не может быть связана именно с этими веществами. Наиболее вероятно, что она зависит от ряда других факторов: особенностей анатомического строения, наличия ряда иных антипитательных и ингибирующих веществ, к примеру, ингибиторов сериновых протеаз, (информация о которых практически отсутствует), а не ингибиторов трипсина.

Наши исследования показали, что устойчивость растений сои к паутинному клещу зависила от толщины листьев (r = 0,8), уровня азотфиксирующей способности сои, о которой судили по содержанию легоглобина в клубеньках (r = 0,7).

Известно, что без легоглобина симбиотическая азотфиксация не происходит, и чем больше легоглобина, тем больше азота атмосферы усваивается растением. Но легоглобин отличается от всех известных белков тем, что в своем составе не имеет серусодержащих аминокислот: цистина, цистеина, метионина, поэтому у растений с повышенной азотфиксацией в большей степени накапливаются предшественники серусодержащих аминокислот: серин, треонин, а также свободная сера, которая является мощным ингибитором ферментов аэробного дыхания (С.М. Брей, 1986). Находясь в клеточном соке листьев, она вместе с другими продуктами биосинтеза растения попадает в организм паутинного клеща (или другого вредителя, который заселяет листья) и блокирует дыхательные ферменты этого паразита, подавляя многие жизненно важные функции.

Косвенным подтверждением такого предположения является факт, установленный в наших экспериментах в 1989–1990 гг., что устойчивость к паутинному клещу была связана с содержанием легоглобина в клубнях растений (r = 0,7) и содержанием свободного треонина (r = 0,81) в листьях сои.

Что касается устойчивости семян сои к повреждаемости болезнями и вредителями, то и в этом вопросе нет единого мнения. Часто повышенную устойчивость семян связывают с наличием ингибиторов трипсина в них.

Для того чтобы проверить, насколько правомерны такие утверждения, нами был проведен специальный эксперимент. Его результаты показали, что вредители запасов: фасолевая зерновка (*Acanthos celides obtectus* Say), малый мучной хрущак (*Tribolium confusum* Duw.), зерновая огневка (*Ephestia elutella* Hb.) и южная амбарная огневка (*Plodia interpunctella* Hb.) очень слабо повреждают целые без трещин семена сои, независимо от уровня активности ингибиторов трипсина. Вредители оставляют лишь едва заметные следы на поверхности зерновок. Они погибают, не имея возможности проникнуть вглубь семени и питаться его запасными веществами.

В то же время, измельченные зерна различных сортов сои, независимо от уровня их трипсинингибирующей активности, в равной степени и значительно повреждались вредителями. Через 5 месяцев в муке сои продолжалась жизнедеятельность малого мучного хрущака. Но особенно активно шло развитие южной амбарной огневки, которая полностью уничтожила соевую муку, оставив только экскременты, линочные шкурки, паутину, мертвые бабочки. Следовательно, в механизме устойчивости сои к амбарным вредителям, решающую роль играет не наличие ингибиторов протеиназ, а проницаемость тканей семени, их доступность для проникновения к запасным питательным веществам. Эти насекомые, как свидетельствуют результаты экспериментов, не чувствительны ко всем антипитательным веществам сои. Возможно, способность синтезировать протеазы, не чувствительные к действию ингибиторов, возникла у насекомых фитофагов в процессе естественного отбора как следствие частого контакта с данными растениями.

В то же время имеются другие насекомые, которые чутко реагируют на уровень активности ингибиторов трипсина сои. Мы обнаружили, что физиологические показатели развития гусениц тутового шелкопряда тесно связаны с уровнем активности ингибиторов трипсина сои и соевых продуктов, входящих в состав искусственной питательной среды. Так, скармливание гусеницам соевой муки с ТИА = 24,6 мг/г привело к гибели всех гусениц на начальных этапах их развития. Удаление части ингибиторов трипсина из этой же муки и снижение ТИА до 6,2 мг/г обеспечило прохождение полного цикла развития для 17,5 % особей, а снижение ТИА до 2,7 мг/г позволило 60 % особей выжить до конца их полного периода развития.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что различные насекомые имеют не одинаковую чувствительность к ингибиторам трипсина. Амбарные вредители не угнетаются соевыми ингибиторами, а развитие гусениц тутового шелкопряда зависит от уровня активности этих веществ. Различной чувствительности животных к ингибиторам протеаз посвящены исследования Krogdahl A., Holm H. (1979, 1983) и Ковалевой О.В. (1998).

Влияние растительных ингибиторов на протеиназы позвоночных

Большинство исследователей пришло к выводу, что *степень угнетения протеолитических ферментов живого организма зависит как от активности и типа ингибиторов, поступаемых с пищей, так и от протеолитических ферментов животного.*

Известно, что поступающие с пищей ингибиторы подвергаются в организме человека и животных прежде всего влиянию желудочных ферментов. При этом одни ингибиторы оказываются очень устойчивыми к действию пепсина желудочного сока, другие теряют свою активность полностью или частично, в зависимости от pH желудочного сока. Так, при pH = 2, ингибиторы из фасоли, турецкого гороха, вики, сои, лимских бобов оказались устойчивыми к гидролитическому действию пепсина желудочного сока (M. Belew, J. Porath, L. Sudberg, 1975; Y. Birk, 1961; Y. Birk, 1977). При pH от 1,5 до 2,0 инактивация соевого ингибитора Кунитца бычьим пепсином была эффективной, а при pH 3,0 – незначительной (M. Kunitz, 1947).

Норвежские ученые Krogdahl A. и Holm H. (1981) установили, что активность ингибиторов трипсина и химотрипсина соевых бобов при инкубации их с желудочным соком человека снижалась на 30–40 %. Оставшиеся ингибиторы достигали двенадцатиперстной кишки в активной форме и ингибировали панкреатические протеиназы, то есть протеолитические ферменты, вырабатываемые поджелудочной железой. В результате этого, поджелудочная железа вынуждена увеличить выработку протеолитических ферментов для того, чтобы инактивировать ингибиторы и осуществить расщепление белков пищи. При длительном употреблении продуктов с повышенным содержанием ингибиторов, происходит увеличение поджелудочной железы. Ge Y.C. и Morgan R.C.H. (1993) сообщили, что у мышей, получавших в течение 6 месяцев добавку соевой муки к рациону, была обнаружена гипертрофия и гиперплазия поджелудочной железы.

Не все животные одинаково чувствительны к ингибиторам. Krogdahl A. и Holm H. (1983) установили, что *по степени снижения ингибирования панкреатических протеиназ соевыми ингибиторами животные могут быть расположены в следующем порядке: форель, лиса, цыпленок, свинья, крыса, корова, норка, человек.*

Наиболее подробно этот вопрос изучен Ковалевой О.В. (1998). Результаты ее исследований наглядно показали, что *ингибирующий эффект зависит как от источника ингибиторов, так и от источника ферментов. Чем более высокой степенью развития характеризуется живой организм, тем в меньшей степени происходит угнетение его пищеварительных ферментов.*

Из всех изученных культур наибольшее ингибирующее воздействие на ферменты позвоночных животных производят ингибиторы бобовых, особенно сои.

При кормлении рыб соей почти полностью инактивируются их трипсины и более половины химотрипсинов. При скармливании сои птицам, инактивируется две трети трипсинов и одна треть химотрипсинов.

При использовании сои человеком, его пищеварительная система также угнетается, поэтому сою перед употреблением подвергают обработке при высоких температурах. Но полностью разрушить антипитательные компоненты не удается даже при очень высокой температуре вследствие особой прочности дисульфидных связей ингибиторов.

Ученые установили, что нет необходимости в полном избавлении от ингибиторов протеиназ. Эти вещества рассматривают как перспективное средство в борьбе с метастазированием злокачественных опухолей и как защиту организма при лучевых поражениях. Согласно Сан ПиН остаточное количество ингибиторов трипсина в продуктах детского питания не должно превышать 0,5 %.

Пути снижения ингибиторной активности

Существуют два основных пути снижения ТИА в растительном сырье: 1 – технологический, который предусматривает разработку приемов обработки растительного сырья, способствующих снижению или полной инактивации ингибиторов и сохранению ее полезных компонентов; 2 – селекционный, позволяю-

щий путем гибридизации и отбора низкоингибиторных форм создать сорта с пониженной исходной ТИА.

1. Из всех известных технологических приемов обработки сырья наибольшее предпочтение отдается инактивации антипитательных веществ **воздействием высоких температур и созданием определенной pH среды.** Однако не все способы оказываются достаточно эффективными, особенно для бобовых культур. Исследования ученых ВИР показали, что при прогревании на кипящей водяной бане через три часа в сое остается около 30–40 % ингибиторов трипсина. Лишь только при подщелачивании при pH=8 происходит инактивация ингибиторов после 30-минутного прогревания (И.И. Бенкен, Т.Б. Томилина, 1985).

Автоклавирование при 130 °С в течение 30 минут удаляет примерно 70–90 % ингибиторов трипсина (С.В. Мартынов, 1984). Дальнейшее повышение температуры не позволяет полностью избавиться от ингибиторов. По данным американской соевой ассоциации, сухое прожаривание сои даже при 232 °С в течение 8 минут, не инактивирует полностью ингибиторы трипсина (табл. 15).

Таблица 15

Влияние различных температурных режимов обработки сои на активность ингибиторов трипсина *

Вид продуктов	Характер обработки	Продолжительность, мин	ТИА, % от исходного
Полножирная соя	Без обработки	-	100
-“-	Прожарка при 127 °С	10	57
-“-	Прожарка при 175 °С	5	57
-“-	Прожарка при 204 °С	12	7
-“-	Прожарка при 232 °С	8	4
Бобы, прошедшие экстракцию растворителем	Прожарка	-	8
-“-	Пропаривание 0,70 кг/см^2	10	8
Полножирная соя	Пропаривание 0,35 кг/см^2	5	27
-“-	-“-	15	13
-“-	Пропаривание 0,70 кг/см^2	10	6
-“-	Пропаривание 1,05 кг/см^2	15	2

* С. Монари, Д. Уайзмен, 1993

Приведенные данные свидетельствуют о том, что для снижения ТИА гидротермическая обработка эффективней сухого прожаривания. Ученые ВСГИ (Одесса) также установили, что наиболее простым, экономичным и сравнительно эффективным является способ влагобарометрической обработки при давлении не ниже 0,2 МПа в течение 5–10 минут (И.К. Чайка, Б.В. Егоров, А.П. Левицкий, 1982).

Жесткий температурный режим обработки сои, с одной стороны, способствует существенному снижению ингибиторной активности, но, с другой, вызывает разрушение не только дефицитных серусодержащих аминокислот, но и лизина, в результате чего соя теряет свои преимущества как высокобелковая и высоколизиновая культура. Установлено, что при прогревании соевой мезги до температуры 105 °С, теряется 5 % лизина, при повышении ее до 115 °С, потери лизина составляют 25 % (С.В. Мартынов,1984; А.Г. Сергеев, 1988).

Дальнейшее повышение температуры обработки сои ведет к потере ее пищевых достоинств.

Для того, чтобы определить как влияет степень инактивации ингибиторов трипсина на биологический объект, в результате обработки семян различными способами В.С. Петибская, О.М. Шабалта, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов (1997) поставили специальный опыт, в котором в качестве тест-объекта использовали тутовый шелкопряд. В корм вводили измельченное обезжиренное зерно или заводской шрот, одинаково сбалансировав их по содержанию белка и масла. Соевый компонент корма предварительно подвергали разной степени термической обработки. Результаты представлены в таблице 16.

Установили, что нагревание семян до 40 °С не изменяло активность ингибиторов трипсина в них и сортовые различия в полной мере сохранились. Сорт Ходсон, имеющий высокую ТИА, характеризовался низкой биологической ценностью, так как гибель гусениц тутового шелкопряда проявилась уже в третьем возрасте. Использование нового сорта Фора с пониженным уровнем ТИА позволило выкормить насекомых до репродуктивного состояния, хотя процент выживших особей всё же был мал.

Таблица 16

Влияние различных видов обработки сои на состояние тест-объектов при их кормлении

Наименование продукта, способ обработки	Режим обработки	ТИА, мг/г	Состояние тест-объекта	
			возраст	% выживших
Семена измельченные	t = 40 °C			
Ходсон		24,6	3	0
Фора		16,3	окукливание	12,5
Обработка ИК-лучами*	t = 70 °C			
Ходсон		16,6	окукливание	12,0
Варка семян в содовом растворе	t = 100 °C τ = 2 час			
Ходсон		6,0	окукливание	2,0
Фора		0		4,0
Шрот заводской	t = 110 °C	5,6	окукливание	0
Гидротермическая обработка	t = 120 °C τ = 1 час			
Фора		1,4	4	0
Мука заводская	t = 130 °C	2,7	4	0
Обработка СВЧ-полем*	τ = 15 мин			
Ходсон		1,3	3	0

*Обработка проводилась после суточного замачивания зерна

Обработка предварительно замоченных в воде семян сои ИК-лучами при t = 70 °C позволила снизить ТИА у сорта Ходсон на одну треть и обеспечила развитие части насекомых до окукливания.

Варка сои в содовом растворе при t = 100 °C позволила снизить ТИА у сорта Ходсон на 75 %, а у сорта Фора полностью избавиться от ингибирующих веществ. Однако процент выживших особей снизился по сравнению с предыдущим вариантом.

При поедании гусеницами семян сои, обработанной при температуре выше 100 °C, они не могут пройти полный цикл развития. Чем жестче режим, тем в более раннем возрасте наступает гибель насекомых. При этом сортовые различия сохраняются. По-видимому, нагревание при 100 °C и выше разрушило не только антипитательные, но и полезные компоненты семян (в том числе и серусодержащие аминокислоты), снизив биологическую ценность корма.

Суммируя изложенное, считаем, что *для повышения биологической ценности соевых продуктов, предпочтение следует отдавать созданию сортов сои с генетически обусловленным пониженным уровнем ингибиторов трипсина и разработке приемов, обеспечивающих инактивацию этих веществ без использования высоких температур*.

Снижение ТИА сои до уровня других бобовых культур – фасоли, гороха, арахиса позволит получать из нее белковые концентраты, изоляты и другие продукты при более мягких режимах и при меньших затратах энергии и одновременно более полно сохранять полезные компоненты семян.

Снижать уровень активности ингибиторов трипсина до нуля не следует, так как японскими учеными установлено, что ингибиторы совместно с фитатами и клетчаткой сои эффективны для повышения устойчивости организма к радиации и некоторым видам рака.

Шариф Абу-Афифе, Бушуевой Н.Н., Коломийчук С.Г. (2005) *отмечено благотворное влияние ингибиторов трипсина на состояние здоровья в послеоперационном периоде при склеропластике у детей,* которые выполняют функции противовоспалительного, антибактериального и противовирусного препарата. Известно также, что *препараты ингибиторов трипсина используются при определенных заболеваниях человека, связанных с гиперпродукцией трипсина организмом*.

Для производства препаратов ингибиторов трипсина соевые семена могут быть лучшим сырьем, так как содержат эти вещества в количествах достаточных для эффективного извлечения.

Но для продуктов питания из сои количество ингибиторов трипсина регламентировано. Согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам (СанПиН 2.3.2. 1078-01, предельно допустимое количество ингибиторов трипсина в пищевых продуктах не должно превышать 0,5 % (Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, 2002).

На сегодняшний день разработка путей снижения активности ингибиторов трипсина до допустимого уровня, остается актуальной.

Разновидностью термического способа обработки сои является **сухая экструзия**. Согласно исследованиям, проведенным в Кубанском государственном технологическом университете, она эффективна в интервале температур 110–140 °С и действует лучше, чем обычная тепловая обработка, проводимая в течение 1 часа. Высказывается предположение, что бурное испарение влаги из продукта на выходе из экструдера позволяет более интенсивно протекать процессу разрушения антипитательных веществ. Однако потери незаменимых аминокислот также происходят. При температуре 110 °С они составляют 7,3 %, при 140 °С – 15,5 % (С.В. Назаренко, 2001).

После замачивания семян в воде и **обработки инфракрасными лучами** при температуре 70 °С удается снизить активность ингибиторов трипсина на одну треть. Только при жестких режимах (180–220 °С) достигается наибольшее снижение активности антипитательных веществ. Но такой режим, в свою очередь, вызывает сильные деструктивные изменения в полезных компонентах зерна.

В начале 80-х годов ученые ВСГИ разработали способ обработки предварительно замоченных в воде семян сои **СВЧ-полем.** Согласно их результатам, уже через 12 минут происходит значительная инактивация ингибиторов трипсина (И.К. Чайка, Б.В. Егоров, А.П. Левицкий, 1982).

Эксперименты, проведенные нами, также подтвердили, что обработка СВЧ-полем в наибольшей степени и за короткий период времени снижает ТИА сои. Так, при обработке ее семян в течение 15 минут, остаточная активность ингибиторов составила лишь 1,3 мг/г, т.е. 5,7 % от исходной активности. Однако проверка биологической ценности сои с помощью чувствительных к ингибиторам насекомых (гусениц тутового шелкопряда) показала, что при скармливании им сои, обработанной СВЧ-полем, наблюдается самая высокая гибель особей по сравнению с вариантами, в которых соя подвергалась термообработке при 105–110 ^{o}С. Вероятно, что наиболее жесткие лучи СВЧ-поля, в большей степени разрушают и полезные компоненты зерна, в том числе и незаменимые аминокислоты, витамины, ферменты, неблагоприятно влияют на структуру молекул.

Учитывая вышеизложенные факты, некоторые исследователи разработали технологические приемы и способы, позволяющие путем **экстракции или воздействия химическими реагентами,** добиться значительной инактивации ингибиторов, не допуская использования слишком высоких температур, вызывающих деструктивные процессы в сырье.

Ученые ВСГИ установили, что ингибиторы извлекаются из большинства злаковых культур 0,1-нормальным раствором соляной кислоты. Для пшеницы наиболее эффективным экстрагентом является 0,2-нормальный раствор хлористого натрия (С.В. Вовчук, В.А. Малиновский, В.Г. Адамовская, Т.М. Валиева, 1979).

Избавиться от ингибиторов и повысить питательную ценность соевых продуктов можно путем подщелачивания раствора при замачивании или варке соевых семян. В изобретении украинских ученых предусмотрена варка сои в 1 %-ном растворе пищевой соды при соотношении 1:(3–5) в течение 60–90 минут при температуре 95–100 ^{o}С и последующая сушка при температуре воздуха 160–175 ^{o}С в течение 13–20 минут (В.Р. Боровский, Н.А. Шаркова, Г.М. Михайлевский, 1991).

В изобретении ученых Краснодарского политехнического института предусмотрено замачивание семян сои в течение 12–24 часов в растворе с pH 8,2–8,6, содержащем 0,15–0,30 % гидрокарбоната натрия и 0,01–0,05 % перекиси водорода, последующая сушка замоченных семян при температуре 180–200 ^{o}С (С.Б. Иваницкий, И.С. Иваницкий, В.Г. Щербаков, В.Н. Прохоров, 1991).

В нашем патенте на «Способ производства консервов из сои» с повышенной питательной ценностью предлагается замачивание семян проводить в водопроводной воде, а расфасованную в банки сою заливать жидкостью с повышенной pH. Коррекцию pH консервов до рекомендуемого уровня (6,2–6,8) достигают применением пищевой соды. Исследования показали, что увеличение pH консервов с 5,4 до 6,8 позволило снизить ТИА в 10 раз, придать продукту более нежную консистенцию и сократить время стерилизации с 115 до 30 минут (В.С. Петибская, Л.Д. Ерашева, Р.С. Ермоленко, Г.Н. Павлова, Л.А. Алехина, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, 1998).

Наиболее привлекательными являются способы обработки сои, в которых инактивация ингибиторов достигается при температуре не выше 100 °С, с целью сохранения полезных компонентов зерна.

Учитывая это С.Л. Егоров и В.С. Петибская (1994) **разработали принципиально новый способ обезвреживания сои, не требующий тепловой обработки.** Его можно использовать для инактивации остаточного количества ингибиторов в соевых шротах и жмыхах, предназначенных для кормления птиц, рыб и животных. **Сущность способа заключается в том, что инактивация остаточного количества ингибиторов производится экзогенными протеолитическими ферментами**, **источником которых является сине-зеленая микроводоросль Спирулина Платенсис**. Наши эксперименты показали, что она содержит большое количество трипсина. Поэтому, чтобы обезвредить корма, мы предложили добавлять к соевым жмыхам Спирулину в количестве 0,1–0,5 % от их массы, затем тщательно перемешивать без нагрева, при температуре окружающей среды.

В начале 80-х годов появилось сообщение о **Венгерском изобретении, которое позволяет путем биокаталитической обработки**, **холодным способом устранить из соевых бобов вредные вещества, сохраняя при этом все физиологически ценные компоненты.** Сущность метода не изложена, но отмечено, что для осуществления данного изобретения не нужны специальные машины и установки. Можно вполне обойтись существующими производственными мощностями, находящимися в распоряжении венгерских предприятий пищевой промышленности (Венгерское изобретение, 1981).

Низкоингибиторные соевые продукты с ТИА менее 5 мг/г можно получить проращиванием семян в воде в течение 6–8 суток. Одновременно в соевых проростках существенно увеличивается содержание легкодоступных биологически активных веществ (См. раздел о проростках).

Следует продолжить поиск новых нетрадиционных способов инактивации ингибиторов, позволяющих сохранить полезные компоненты семени без разрушений.

2. **Не менее эффективным может быть способ снижения ТИА селекционным путем до биологически возможного уровня.** Трудность решения этой задачи заключается в том, чтобы в результате целенаправленной селекции не снизить ряд ценных хозяйственных признаков. Каковы же реальные предпосылки создания низкоингибиторных сортов сои?

Многолетнее изучение коллекции, а также образцов сои из селекционного питомника, конкурсного сортоиспытания и районированных сортов, показало, что ТИА колеблется в широких пределах (в основном от 6,9 до 38,0 мг/г). В хорошо отселектированных по хозяйственно ценным признакам районированных сортах ТИА находится в пределах от 21 мг/г (Лань, Быстрица, Волна) до 28 мг/г (Юг-30). Причем изменчивость этого признака в зависимости от биологических особенностей сорта выше, чем от условий внешней среды.

Нами обнаружена достоверная связь между активностью ингибиторов трипсина и некоторыми биохимическими показателями зерна сои. Так, коэффициенты корреляции между содержанием белка и ТИА колебались от -0,44 до -0,97, масличностью и ТИА от 0,56 до 0,98, что позволяет вести отбор образцов, сочетающих низкую ТИА с повышенным содержанием белка. Трипсинингибирующая активность не связана с содержанием дефицитной для сои незаменимой аминокислоты – метионина в белке и сухих веществах зерна, но достоверно положительно коррелирует с количеством серусодержащей аминокислоты – цистина ($r = 0,60$).

ТИА не связана с массой семян. В наших исследованиях коэффициент корреляции между этими показателями для сортов различных групп спелости колебался от +0,54 до -0,58.

В столь же широких пределах изменялась связь ТИА с урожайностью сои: от отрицательного значения ($r = -0,77$) до положительного ($r = +0,66$). Коэффициенты корреляции между ТИА и продолжительностью вегетационного периода также колебались в широких пределах (от $r = +0,44$ в группе позднеспелых сортов до $r = -0,67$ среди скороспелых сортов).

Таким образом, корреляционный анализ показал, что ***можно вести отбор образцов, сочетающих пониженную ТИА с***

повышенным содержанием белка и крупностью семян, по урожайности не уступающим районированным сортам.

Кроме того, результаты наших экспериментов показали, что нет связи между ТИА и холодостойкостью, а также скоростью наклевывания и прорастания семян. Следовательно, ингибиторы в данном случае не играют роль пускового механизма, как гипотетически предполагали некоторые ученые.

Изложенные выше факты позволили селекционерам начать селекцию на снижение ТИА. Из коллекции были выделены линии с ТИА от 12,6 до 17,4 мг/г. Оценка их по основным хозяйственно ценным признакам показала, что все они мало пригодны для непосредственного использования в сельскохозяйственном производстве, так как обладают рядом отрицательных признаков, таких как пониженная зерновая продуктивность, низкорослость, осыпание семян при созревании и др.

В результате их скрещивания с лучшими селекционными сортами был создан первый отечественный сорт Фора с пониженной ТИА (15,2–17,9 мг/г). Фора отличается от стандарта Ходсон тем, что имеет повышенное на 4 % содержание белка и более крупные семена с однородной окраской без рубчика, которые лучше набухают при замачивании, а при варке дают продукт с более мягкой консистенцией. Но в то же время продолжительность созревания Форы несколько длиннее, а урожайность в среднем на 4 ц/га ниже, чем у сорта Ходсон. Тем не менее, даже в средние по влагообеспеченности годы, Фора способна формировать урожай до 20 ц/га. И только повышенная осыпаемость бобов не дает возможности полностью собрать полученный урожай.

Селекцию сортов сои с пониженной ТИА, но более скороспелых, неосыпающихся и урожайных, следует продолжить с привлечением в селекционный процесс других источников. Предпосылки для такой селекционной работы есть. Еще не достигнут предел биологических возможностей сои в направлении снижения уровня активности ингибиторов трипсина. Об этом свидетельствует работа Зеленцова С.В. (1998), в которой, исходя из закона гомологических рядов Вавилова Н.И., сделано заключение о том, что селектированием сои по данному признаку можно достичь снижения ТИА в семенах сои до уровня фасоли, гороха, чины или арахиса (2–8 мг/г).

3.4 ЛЕКТИНЫ

Лектины являются обязательным компонентом любой живой системы и представляют собой группу белков, способных обратимо и с высокой степенью специфичности взаимодействовать с моносахаридами и олигосахаридными остатками, входящими в состав сложных соединений. Благодаря такому свойству, лектины бобовых могут принимать участие в различных процессах жизненного цикла растений (М.Д. Луцик, Е.Н. Панасюк, А.Д. Луцик, 1981).

На долю лектинов в сое приходится от 2 до 10 % общего белка. Они участвуют в самых различных процессах межклеточного «узнавания», обусловливающих совместимость при оплодотворении и взаимодействии с симбионтными и патогенными микроорганизмами; регуляции деления, растяжения и дифференцировки клеток; в стимуляции прорастания семян; в дальнем транспорте и запасании сахаров; защите растительных клеток от поедания животными (Е.Ю. Марков, Э.Е. Хавкин, 1983).

Одной из наиболее важных функций лектинов бобовых растений является их *участие в процессах формирования симбиотических азотфиксирующих систем.* Благодаря лектинам растения-хозяина, локализованным на поверхности корневых волосков, происходит узнавание полисахаридов ризобиальных клеток. И, таким образом, с их помощью происходит связывание клубеньковых бактерий (F.B. Dazzo G.L. Truchet, 1983). Это способствует агрегации ризобий в ризосфере растений и в дальнейшем – образованию клубеньков, в которых восстанавливается атмосферный азот (Н.Н. Мельникова, Н.В. Ковальчук, С.Я. Коць, Л.И. Мусатенко, 2009). В свою очередь, азотфиксирующая активность клубеньковых бактерий влияет на интенсивность фотосинтеза через азотный статус растения.

В последние годы появились данные об участии лектинов *в реакциях растений на неблагоприятные условия внешней среды*, показано изменение лектиновой активности при различных абиотических стрессах (Д.М. Сытников, С.Я. Коць, 2009). В литературе имеются данные о повышении накопления лектинов в некоторых растениях *в условиях гипертермии* (Ф.М. Шакирова, М.В.

Безрукова, И.Ф. Шаяхметов, 1995), а *также осмотического шока и засухи* (B.P.A. Cammue, W.F. Broe-kaert, J.T.C. Kellens, 1989).

В растениях лектины также вызывают агглютинацию спор микроскопических грибов, клеток бактерий и других микроорганизмов, оказывают противовирусное действие, препятствуя, таким образом, болезням растений. Они локализованы в цитоплазме клеток семядолей зародыша (В.Г. Щербаков, 1991). Считается, что в семенах растений они могут быть запасными белками и выполнять защитные функции. Лектины сои обнаруживаются во фракциях альбуминов и глобулинов. *Они угнетают рост грибов Fusarium и бактерий Erwinia, но не влияют на рост Alternaria sp.* (О.В. Кириченко, В.Г. Сергиенко, 2006).

Как показали некоторые исследования, лектины *принимают участие в транспорте сахаров, играют роль стимуляторов прорастания пыльцы и роста проростков, а также осуществляют регуляцию растяжения клеточной оболочки* (Химия и биохимия бобовых растений, 1986).

В связи с тем, что лектины представляют собой гликопротеины, способные обратимо связывать соединения, содержащие углеводные фрагменты (полисахариды, гликопротеины, гликолипиды), расположенные на поверхности мембран клеток, *они вызывают агрегирование, или агглютинацию* (В.Г. Щербаков, 1991). Их называют гемагглютенинами.

Попадая в организм человека или животного, лектины (гемагглютенины) различных растений связывают участки специфических рецепторов на поверхности клеток кишечного эпителия (ворсинок кишечника), мягкие клеточные стенки которых построены на основе полисахаридов, что приводит к неспецифическому подавлению процессов всасывания питательных веществ в кишечнике. Это выражается в снижении скорости переваримости белка, подавлении роста (Д. Мецлер, 1980). По данным, представленным М.Н. Запрометовым, в книге «Химия и биохимия бобовых растений» (1986), такое явление наблюдалось при введении в рацион крыс лектинов фасоли в количестве 0,5 % рациона. Автоклавирование устраняло их вредное воздействие на организм. В то же время, лектины гороха, введенные в рацион кормления в количестве, не превышающем 1 %, не оказывали токсического действия. Поэтому термическая обработка гороха не меняет его питательную ценность.

Некоторые *опыты, проведенные с соей, указывают на то, что ее лектины либо слабо влияют, либо вообще не оказывают непосредственного влияния на питательную ценность белков сои* (Химия и биохимия бобовых растений, 1986). Это объясняется тем, что каждый лектин специфичен к определенной углеводной структуре. Лектин из семян сои связывается с остатками D-N-ацетилгалактозамина и D-галактозы, а, к примеру, лектин из семян пшеницы специфичен к D-N-ацетилглюкозамину. На этом свойстве лектинов основано их использование в аффинной хроматографии в качестве сорбентов. Полученные конъюгаты лектинов с ферментами применяют при лечении некоторых заболеваний (Д. Мецлер, 1980).

Имеется информация о том, что лектины семян сои отличаются от лектинов других культур и имеют очень важные с медицинской точки зрения свойства: они ингибируют связывание кальцитоцина с клетками рака молочной железы человека. Это свойство является одной из причин широкого *использования лектинов семян сои при лечении онкологических заболеваний, в первую очередь рака молочной железы* (Barsilay, M. Monsigny, N. Sharon, 1982).

Кроме того, соевые лектины являются важным фактором *при лечении рака крови*, так как связываются с пораженными гликопротеинами крови, оставляя вне поля действия нормальные гликопротеины, что происходит вследствие сродства их к аномальной углеводной части пораженных гликопротеинов крови.

Вот как по этому поводу пишет Питер Д`Адамо (2006): «*Соевые лектины способны селективно обнаруживать самые первые мутировавшие клетки, вырабатывающие А-антиген, и удалять их из организма, не затрагивая здоровые клетки*». Для агглютинации требуется не очень большое количество этих веществ.

Соевые продукты – их богатый источник. *Избирательность действия лектинов из соевых бобов особенно четко проявляется по отношению к клеткам рака молочной железы.*

Он отмечает, что лектины сои не противопоказаны людям с любой группой крови, в то время как лектины других культур про-

изводят агглютинацию эритроцитов той или иной группы крови здорового человека (Питер Д`Адамо, 2006).

Эта избирательность и побудила ученых в начале XX века ввести термин «лектин» (от латинского legere – выбирать, избирать).

Все эти отличительные особенности соевых лектинов имеют очень важное значение как для самого растения, так и для человека и животных, потребляющих сою.

В составе белка семян сои содержится от 2 до 10 % лектинов, а их активность колеблется от 18 до 74 ГАЕ/мг муки (Е.Л. Голынская, М.В. Ковальчук, В.И. Сичкарь, 1981; И.И. Бенкен, Т.Б. Томилина, 1985).

По данным Н.В. Алешиной (1993), количество лектинов в различных сортах сои было в пределах 6,48–11,75 %. Автором установлено, что количество лектинов не всегда соответствует высокой активности этих веществ в семенах (r = 0,37), *а связь между количеством белка в семени и количеством лектинов более высокая и достоверная (r = 0,71).*

Лектины хорошо извлекаются водой и спиртом. Некоторые исследователи отмечают, что для их инактивации достаточны более мягкие условия, чем для ингибиторов трипсина, а именно – обработка пропионовой кислотой или же термическое воздействие при 80–100 °С в течение 15–25 мин. (В.Б. Толстогузов, 1987; А.А. Бородулина, Н.В. Алешина, 1989). В связи с тем, что сырая соя не используется ни в кормлении животных, ни в питании человека и всегда подвергается термической обработке, вопрос о вредности лектинов становится не актуальным.

В начале 80-х годов прошлого столетия появились работы по применению лектинов растений в мембранологии, иммунологии, онкологии, вирусологии, электронной микроскопии (Е.Ю. Марков, Э.Е. Хавкин, 1983).

3.5. ЛИПИДЫ

Этот термин относится не к какой-то определенной группе соединений, обладающих общими, легко идентифицируемыми особенностями строения. Он объединяет очень разнообразные по структуре соединения, имеющие общую

особенность – они растворимы в органических растворителях и нерастворимы в воде.

По классификации Т. Гудвина и Э. Мерсера (1986), липиды подразделяют на *омыляемые* (или ацильные) и *неомыляемые* (или изопреноиды). В свою очередь омыляемые липиды делят на простые (или *нейтральные*) и сложные (или *полярные*). Нейтральные липиды можно подразделить на *ацилглицеролы*, называемые также глицеридами *и воска*. Полярные липиды подразделяют на *фосфолипиды и гликолипиды*. Ацилглицеролы накапливаются как запасные вещества. Воска, фосфолипиды и гликолипиды выполняют структурные функции. Неомыляемые липиды являются сопутствующими жиру веществами. К ним относят: *стеролы, каротиноиды, жирорастворимые витамины и провитамины, хлорофиллы.*

При обработке измельченных семян сои органическими растворителями малой полярности (бензином, гексаном, бензолом, диэтиловым эфиром) извлекаются ***нейтральные липиды,*** ацетоном, этанолом – ***полярные.*** При обработке спиртовым раствором щелочи и повышенной температуре извлекаются ***прочносвязанные липиды*** (гликолипиды, липопротеиды) (В.Г. Щербаков, 1991).

Жиры (триацилглицеролы) представляют собой самый лучший с энергетической точки зрения запасной питательный материал. Растительные жиры обычно называют маслами. Они являются смесью сложных эфиров (глицеридов), глицерина и высокомолекулярных жирных кислот (Б.П. Плешков, 1975).

Смесь ацильных и сопутствующих жиру веществ называют сырым жиром или сырым маслом.

Соевое масло. Сою можно назвать культурой двойного промышленного использования, так как она является не только источником белка, но и масла, содержание которого в зерне колеблется в основном от 16 до 27 %.

Несмотря на то, что его содержание в семенах не столь высоко, как в других масличных культурах, именно соевое масло занимает ведущее место в мировом производстве растительных масел – 32,8 %. Это происходит благодаря большим объемам производства соевых семян. На их долю приходится 57 % от еже-

годно производимых семян всех масличных культур (В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев, 2004).

Согласно рекомендациям института питания РАМН, суточное потребление жиров животных и растительных для взрослого человека в сумме должно составлять 95–100 г (для пожилого человека – 65–70 г), в том числе растительных масел 20–25 г.

Причем, организм здорового взрослого человека должен получать жирные кислоты в соотношении: полиненасыщенные 10–20 %, мононенасыщенные 50–60 %, насыщенные 30 %. Но для пожилых людей и больных сердечно-сосудистыми заболеваниями содержание полиненасыщенной линолевой кислоты должно составлять около 40 %, соотношение полиненасыщенных и насыщенных кислот – приближаться к 2:1, соотношение линолевой и линоленовой кислот – 10:1 (Пищевая химия, 2007).

По информации Иванкина А.Н., Чернуха И.М., Кузнецова Т.Г. (2007), согласно материалам Конгресса (1999), для людей пожилого возраста содержание линолевой кислоты должно составлять около 40 % и линоленовой – 4 %, соотношение полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот – 2:1.

По мнению сотрудника НИИ гигиены и охраны здоровья НЦ здоровья детей РАМН А.В. Мосова (2007), для детей и подростков имеется своя специфика рационального использования жиров в питании. Жиры растительного происхождения, а также рыб и других гидробионтов должны составлять в суточном рационе питания не менее 30 % от общего количества жиров; содержание ненасыщенных жирных кислот – 4–6 % от общей калорийности пищи. Установлено, что *из растительных масел наиболее высокой пищевой и биологической ценностью обладают соевое, рыжиковое и рапсовое, в меньшей степени – кукурузное и подсолнечное.* Не рекомендуются дошкольникам и школьникам маргарины, пальмовое масло и пальмовый стеарин.

Биологические особенности растительных масел обусловлены содержанием и соотношением жирных кислот в составе триглицеридов и содержанием сопутствующих жиру веществ. Характеристики сырого и рафинированного соевого масла представлены в табл. 17.

Таблица 17

Типовые характеристики сырого и рафинированного соевого масла*

Показатель	Тип масла, содержание показателя в %	
	сырое	рафинированное
Триглицериды	95–97	более 99
Фосфолипиды	1,5–2,5	0,003–0,045
Неомыляемые вещества	1,6	0,3
Стеролы	0,33	0,13
Токоферолы	0,15–0,21	0,11–0,18
Углеводороды (сквален)	0,014	0,01
Свободные жирные кислоты	0,3–0,7	менее 0,05
Следы металлов, мг/кг:		
железо	1–3	0,1–0,3
медь	0,03–0,05	0,02–0,06

* Э.Г. Перкинс, 1998

Как видно из таблицы 17, основную долю соевого масла (95–97 %) составляют триглицериды. В небольших количествах имеются биологически активные вещества: фосфолипиды – 1,5–2,5 %, неомыляемые вещества – 1,6 %, стеролы – 0,33 %, токоферолы – 0,15–0,21 %, свободные жирные кислоты – 0,3–0,7 %.

Масло сои относится к группе линолево-олеиновых полувысыхающих. Его физико-химические свойства характеризуются согласно данным американской соевой ассоциации следующими показателями:

– йодное число, которое является мерой ненасыщенности жира, определяющее быстроту высыхания масла, колеблется от 107 до 140;

– число омыления, которое является одним из признаков для идентификации соевого масла из других масел – 190–212;

– точка отвердения: от -8 до -18 °С;

– удельный вес: 0,92–0,93 кг/л;

– перекисное число, которое является мерилом состояния окисления масла, в свежем масле должно быть ниже 10;

– калорийность 1 г соевого масла составляет 9,29 ккал усвояемой энергии (Соевое масло,1998).

Последние исследования различных ученых показали, что при исключении липидов из пищи замедляется рост человека, снижается синтез белков в организме и его сопротивляемость к неблагоприятным воздействиям, уменьшается усвоение некоторых минеральных веществ. Только с жирами могут попасть в организм жирорастворимые витамины А, Д, Е и К. Но злоупотреблять жирами нельзя. Чрезмерное их количество тормозит переваривание пищи, в 2–3 раза снижает физическую работоспособность (Е. Склянская, 2001).

Избыточное потребление жиров животного происхождения связывают с развитием атеросклероза и частотой рака.

В растительных маслах ненасыщенные жирные кислоты оказывают отрицательное влияние на функцию печени. Избыток растительного масла в рационе может снизить активность щитовидной железы и вызвать недостаточность витамина Е. При нагревании свыше 200 °С и многократной обработке, масло становится канцерогенным (Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, М.М. Эйдельман, 1989).

Окисление липидов бобовых осуществляется как ферментативным (с участием липоксигеназ), так и неферментативным (первичное окисление) путем. Эти два типа окисления в конечном счете приводят к образованию гидропероксидов, которые в свою очередь подвергаются распаду с образованием таких продуктов, как альдегиды, кетоны, эфиры, кислоты и т. д. Именно эти побочные продукты, особенно альдегиды, реагируя с другими соединениями, присутствующими в данной системе, образуют многочисленные нежелательные для пищевых продуктов компоненты (С.К. Арора, 1973).

Триацилглицеролы состоят из глицерина (около 9 %) и высокомолекулярных жирных кислот. Они составляют основную часть липидов (до 97 %). Качество масла определяется содержанием и соотношением жирных кислот, входящих в их состав.

Известно, что ***насыщенные жирные кислоты*** (НЖК) используются организмом в основном как энергетический материал. Они определяют температуру плавления и консистенцию жира.

Их избыток нежелателен, так как обусловливает повышение уровня холестерина в крови, увеличивает риск развития атеросклероза, ожирения, рака, желчно-каменной болезни. Насыщенные жирные кислоты с 14-ю и более углеродными атомами ускоряют тромбообразование (М.А. Самсонов, 1982).

В соевом масле их содержание составляет 13–14 %, что значительно ниже, чем в животных жирах, у которых на их долю приходится 41–66 %. В соевом масле преобладают ненасыщенные жирные кислоты (86–87 % от общего количества).

Ненасыщенные жирные кислоты подразделяют на *мононенасыщенные*, в составе которых одна ненасыщенная водородом связь, а также *полиненасыщенные*, с двумя и более ненасыщенными связями. Наличие двойных связей делает их высокореакционными, особенно в отношении кислорода. Защита масла от окисления осуществляется природными ингибиторами окисления – антиоксидантами, некоторые из которых (например, токоферолы и фосфолипиды) проявляют между собой синергический эффект. Механизм действия антиоксидантов сводится к снижению концентрации активных радикалов, вследствие образования малоактивных форм радикалов (А.Н. Лисицын, В.Н. Григорьева, 2009).

Мононенасыщенная жирная кислота (МНЖК) – *олеиновая* не оказывает воздействия на уровень сывороточного холестерина и нейтральна к тромбообразованию.

Согласно информации Лисицыной И.А. и Лисицына Д.А. (2008), присутствие в диете МНЖК способствует снижению числа заболеваний раком груди, толстой кишки и простаты, полезна больным с инсулиннезависимым диабетом.

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) характеризуются наибольшей биологической активностью. К ним относятся *линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты.*

В организме человека арахидоновая кислота образуется из линолевой при участии витамина B_6. Арахидоновая и эйкозапентаеновая кислоты – предшественники простагландинов и тромбоксинов, которые являются антитромбаггрегирующими агентами. Синтез простагландинов повышается по мере нарастания в рационе линолевой кислоты (М.А. Самсонов, 1982). Линолевая кислота дает другие полиненасыщенные жирные кислоты, функции которых менее изучены (В.М. Позднякoвский, 1999).

Комплекс незаменимых ПНЖК (линолевой и линоленовой) имеет биологическое значение, которое приравнивают к витаминам. Ему дано название – ***витамин F*** (от латинского слова fat – жир). Особенность их состоит в том, что они не синтезируются в организме человека и животных и должны поступать с пищей.

Этот комплекс влияет на обмен холестерина, оказывая нормализующее действие на стенки кровеносных сосудов, предотвращает тромбоз, участвует в обмене витаминов группы В (пиридоксина, тиамина), стимулирует защитные механизмы организма (повышает устойчивость к инфекционным заболеваниям, уменьшает чувствительность к действию ультрафиолетовых лучей и активного излучения радиации).

Недостаточное содержание ПНЖК приводит к прекращению роста, поражению кожи, изменению проницаемости капилляров (В.М. Поздняковский, 1996). Потребность в них равна 3–6 г в сутки (Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, М.М. Эйдельман, 1989).

Олеиновая кислота не обладает F-витаминной активностью, но способствует усилению действия линолевой кислоты, то есть обладает синергизмом (Б.Н. Тютюнников, 1992).

Особенно велика биологическая роль полиненасыщенных кислот с расположением первой двойной связи (считая от CH_3-группы) между третьим и четвертым углеродными атомами. Их называют ***омега-3 жирные кислоты***. Они имеют длину цепи С16-С22 с тремя-шестью двойными связями (Т. Гудвин, Э. Мерсер, 1986). Это α-*линоленовая* (С18:3), *эйкозопентаеновая* (С20:5) и *докозагексаеновая* (С22:6) кислоты (I. Goldberg, 1994). Доказано, что α-линоленовая кислота имеет важное значение для развития особых мембран сетчатки и нервной системы.

Определенные ПНЖК, полученные из линоленовой и α-линоленовой кислот, преобразуются за счет биосинтеза в целый ряд эйкозаноидов, которые подразделяют на простагландины, простациклины, тромбоксаны и лейкотрины. Эйкозаноиды распространяются по всему телу, и практически каждая физиологическая система организма испытывает воздействие этих гормоноподобных соединений. Эйкозаноиды играют важную роль в эмбриональном развитии, репродукции, иммунологических реакциях и развитии костей (Потребность птицы в питательных веществах, 2000).

Вторым важным семейством жирных кислот являются так называемые ***омега-6 жирные кислоты*** с расположением первой двойной связи между шестым и седьмым углеродными атомами, считая от CH_3-группы. К ним относятся: *линолевая кислота* (18:2, 11 цис, 14 цис), *эйкозодиеновая* (20:2, 11 цис, 14 цис), γ-*линоленовая* (18:3, 6 цис, 9 цис, 12 цис) и *арахидоновая кислота* (20:4, 5 цис, 8 цис, 11 цис, 14 цис) (Т. Гудвин, Э. Мерсер, 1986).

Линолевая и линоленовая кислоты образуются в растительных организмах. В организме человека из линолевой кислоты синтезируется весь набор омега-6 кислот и в конечном итоге при участии витамина B_6 – арахидоновая кислота, а α-линоленовая кислота может трансформироваться в эйкозопентаеновую и докозагексаеновую. *Линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты относятся к незаменимым (эссенциальным) кислотам, отсутствие или недостаток которых в пище подавляет рост молодого организма, снижает репродуктивные функции и т.д.* (А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова, 2005).

Дефицит линоленовой кислоты особенно резко проявляется в младенческом возрасте и старости: отсутствие или пониженный уровень ее метаболита – докозагексаеновой кислоты в липидах мозга и сетчатки глаза вызывает необратимые нарушения умственных способностей и восприятия у детей и ухудшение остроты зрения. Оптимальным соотношением между линолевой и линоленовой кислотами считается 10:1–12:1 (В.Н. Григорьева, А.Н. Лисицын, 2005).

Рекомендуется сбалансированное потребление омега-3 и омега-6 ПНЖК. Исследования канадских ученых показали, что в рационе древнего человека превалировали жиры с повышенным содержанием ненасыщенных жирных кислот, которые он получал из растений дикой природы и морепродуктов. *В диете современного человека значительно увеличилось количество насыщенных жирных кислот и одновременно существенно снизилось потребление эссенциальных (незаменимых) полиненасыщенных жирных кислот.*

Это произошло как за счет увеличения потребления животных жиров, так и вследствие целенаправленной селекции масличных культур на снижение в масле линолевой и особенно линоленовой кислоты, так как они снижают стойкость масла к окислению при длительном хранении.

По данным диетологов, у здорового молодого организма эффективное использование полиненасыщенных жирных кислот происходит при соотношении линолевой и линоленовой кислот 8:1–10:1. В пожилом возрасте, и для лиц с определенными заболеваниями, этот баланс должен быть от 3:1 до 5:1, а по некоторым современным исследованиям – 2,5:1 (А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова, 2005; В.М. Поздняковский, 1999; А.Н. Иванкин, И.М. Чернуха, Т.Г. Кузнецова, 2007).

Соевое масло вполне удовлетворяет этим требованиям, так как в его составе достаточно большое количество линолевой (47–56 %) и линоленовой (6,3–11,7 %) жирных кислот, а отношение линолевая:линоленовая кислота у изученных сортов находится в пределах от 4,8:1 до 8,6:1 (табл. 18).

Таблица 18

Масличность и состав жирных кислот масла семян различных сортов и линий сои (урожай 2000 г.)

Сорт, линия	Масличность, %	Содержание жирных кислот в масле, %					Отношение линолевая : линоленовая
		насыщенные		ненасыщенные			
		пальмитиновая 16:0	стеариновая 18:0	олеиновая 18:1	линолевая 18:2	линоленовая 18:3	
Ходсон	21,27	8,22	4,06	26,02	54,64	6,85	8,0:1
Юг-30	21,59	9,13	4,21	33,66	47,03	6,25	7,5:1
Лань	21,98	9,32	3,68	24,88	54,72	7,07	7,7:1
Руно	21,89	8,28	3,99	29,12	52,18	6,42	8,1:1
Вилана	21,45	8,10	5,18	25,99	54,34	6,38	8,5:1
Фора	16,03	9,22	2,90	20,48	55,75	**11,65**	**4,8:1**
Веста	19,20	8,32	4,48	23,40	55,79	7,49	7,4:1
Л-784	21,74	8,92	4,12	24,34	56,12	6,49	8,6:1
Лакта	20,74	9,11	3,83	22,48	56,28	8,21	6,9:1
Валента	17,32	10,13	5,26	25,92	51,80	6,38	8,1:1

Полученные во ВНИИМКе экспериментальные данные свидетельствуют о том, что новый сорт сои пищевого назначения Фора характеризуется не только повышенным содержанием белка и пониженной активностью антипитательных веществ – ингибиторов трипсина, но имеет наиболее благоприятное для организма человека содержание и соотношение ПНЖК – 4,8:1 против 7–8,6:1 – у остальных сортов.

Этот сорт следует применять во всех случаях, когда используется полножирная соя (для производства консервов, соевой муки, сухого соевого молока, ферментированных продуктов и т. д.).

Кроме сои по сбалансированности ПНЖК следует отметить оливковое и безэруковое рапсовое масло. Однако эти масла все же уступают соевому по содержанию в них линолевой и линоленовой кислот (табл. 19).

Таблица 19

Жирно-кислотный состав различных растительных масел*

Культура, сорт	Содержание жирных кислот в масле, %									Отношение линолевая: линоленовая
	пальмитиновая	пальмитолеиновая	стеариновая	олеиновая	линолевая	линоленовая	эйкозеновая	бегеновая	эруковая	
Соя:										
обычный	9,6	–	4,0	23,9	53,8	8,7	–	–	–	6,2:1
высокобелковый										
Подсолнечник:										
высокомасличный	10,2	0,3	3,4	19,0	55,2	12,2	–	–	–	4,2:1
высокоолеиновый										
Рапс:		0,2								
высокоэруковый	5,8		3,8	31,7	58,4	сл.	–	–	–	–
безэруковый		сл.								
Горчица:	4,4	сл.	3,2	76,5	15,7	–	–	–	–	–
высокоэруковый										
Конопля	3,2	сл.	0,7	15,4	14,2	9,3	8,7	0,3	48,2	1,5:1
Лен масличный	4,1	–	2,0	70,1	17,9	3,6	1,9	сл.	0,4	5,0:1
Арахис		–								
Кунжут	2,6	–	1,2	20,1	22,0	8,5	12,1	0,3	32,2	2,6:1
Олива	6,0	–	2,0	14,0	58,0	19,0	–	–	–	3,1:1
Рыжик	5,6	–	4,2	20,2	14,4	57,8	–	–	–	0,2:1
Сафлор	10,2	–	5,3	43,1	34,2	–	–	–	–	–
Кукуруза	8,0	–	5,0	43,0	44,0	–	–	–	–	–
	14,0	–	–	77,0	8,0	1,0	–	–	–	8,0:1
	7,0		2,5	22,5	18,0	46,0	–	–	–	0,4:1
	8,0		3,0	13,0	76,0	–	–	-	–	–
	8,0		3,0	45,0	44,0	–	–	–	–	–

*Данные лаборатории биохимии ВНИИМК

Остальные масла еще менее сбалансированы или дефицитны по эссенциальным жирным кислотам. Например, в подсолнечном масле, в результате целенаправленной селекции, содержание линоленовой кислоты снижено в современных сортах до следовых количеств. По данным ВНИИМК, у высокоэруковых

рапса и горчицы отношение между линолевой и линоленовой кислотами составляет 1,5–2,6:1, у льна – 0,2:1 (А.А. Бородулина, Л.Н. Харченко, А.Г. Малышева, Э.В. Снесарь, 1981).

Учеными ВНИИ жиров установлено, что соевое и рапсовое масла, содержащие наименее стабильную линоленовую кислоту в пределах 6–10 %, более стабильны, чем подсолнечное и кукурузное, в которых линоленовая кислота отсутствует (А.Н. Лисицын, Т.Б. Алымова, Л.Г. Прохорова, В.Н. Григорьева, Э.И. Горшкова, 2005).

Таким образом, соевое масло является наиболее ценным для удовлетворения физиологических потребностей человека и не нуждается в купажировании или коррекции за счет употребления других продуктов питания.

Представляло интерес идентифицировать и определить долю жирных кислот, входящих в состав соевого масла в разнообразном селекционно-генетическом материале от предковых форм до современных сортов различного происхождения. Определить влияние эколого-географических условий выращивания сои отечественных сортов на содержание и качество масла. Найти, с одной стороны, генотипы с низким содержанием линоленовой и повышенным содержанием олеиновой кислоты для производства соевого масла с продолжительным сроком хранения, а с другой, выявить источники с благоприятным сочетанием ω-6 и ω-3 жирных кислот в масле для рационов детей, пожилых и больных людей.

Для изучения были взяты дикорастущие, полукультурные и культурные формы сои (всего 35 образцов). Культурные – представлены сортами современной отечественной (кубанской и дальневосточной), а также зарубежной (американской и французской) селекции. Эти образцы были выращены отделом сои на центральной экспериментальной базе ВНИИМК (г. Краснодар) в 2005 году.

При исследовании на хроматографе «Кристалл» было идентифицировано 16 жирных кислот, из которых 6 насыщенных, 4 – мононенасыщенных и 6 – полиненасыщенных (табл. 20).

Пять из них – основные (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая), γ-линоленовая кислота не обнаружена. Остальные 11 кислот присутствуют в масле в незначительном количестве от 1,21 % до 1,92 % (табл. 20).

По мере окультуривания сои в содержании насыщенных жирных кислот липидов семян существенных изменений не произошло. Самые значительные изменения коснулись содержания мононенасыщенной олеиновой кислоты. В дикорастущих формах ее доля в общем содержании жирных кислот в среднем в 2,2 раза меньше, чем в отечественных сортах и в 2,4 раза меньше, чем в зарубежных, выращенных в условиях Кубани. Особенно высока доля олеиновой кислоты во французских сортах.

Полиненасыщенные жирные кислоты претерпели также существенные изменения как в количественном, так и в компонентном составе. В процессе эволюции и селекции сои произошло снижение доли полиненасыщенных жирных кислот, обладающих F-витаминной активностью (в отечественных сортах на 14 %, зарубежных – на 17 %) по сравнению с предковыми формами.

Оптимальное соотношение полиненасыщенных ω-6 и ω-3 жирных кислот (9:1), необходимое для эффективного использования здоровым организмом, было у сортов зарубежной селекции (американских и французских) и в отечественных сортах (8,3–8,5:1). В дикорастущих формах сои соотношение ω-6 и ω-3 жирных кислот масла семян соответствует требованиям для использования масел в лечебных целях – от 1,6:1 до 3,5:1.

Коэффициент корреляции между содержанием олеиновой кислоты и витамином F в масле был высоким отрицательным (-0,97), с линоленовой кислотой – -0,94. И это понятно, так как при десатурации олеиновой кислоты в процессе формирования семян она превращается в линолевую и линоленовую до определенного предела, обусловленного генотипом и средой.

По мере окультуривания сои произошло увеличение масличности семян. Наибольшим содержанием масла характеризовались кубанские традиционные сорта (в среднем 24,3 %). Пониженная масличность была у дальневосточных и пищевых кубанских сортов (20,7 и 20,5 % соответственно). Зарубежные – заняли промежуточное положение по этому показателю.

Соотношение жирных кислот соевого масла современных сортов можно оптимизировать методами селекции. Для получения масла более стойкого при хранении и пригодного для здорового организма необходимо снизить содержание линолевой кислоты до 40 %, линоленовой – до 4 % от суммы всех жирных

Таблица 20

Сравнительная характеристика масличности и состава жирных кислот липидов семян сои различного происхождения

Показатель	Содержание жирных кислот в липидах семян сои, % от суммы ж. к.											
	Форма и сорт											
	дикорастущие		полукультурные		культурные (Glucine max)							
					целевые			отечественные			иностранные	
								Кубанские		дальневосточные		
	G. conecen	G. soja	G. gracilis	G. max	мелкосеменные	зеленосеменные	овощные	обычные	высокобелковые		американские	французские
Насыщенные ж.к., в том числе:	**21,96**	**16,02**	**18,50**	**16,96**	**16,65**	**16,96**	**16,03**	**16,80**	**17,00**	**16,66**	**16,62**	**16,95**
С 14:0 миристиновая	0,08	0,12	0,09	0,10	0,10	0,11	0,08	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10
С 16:0 пальмитиновая	14,57	11,77	13,07	11,84	11,53	11,10	11,30	11,62	11,90	11,02	11,00	11,22
С 18:0 стеариновая	4,42	3,15	4,45	4,17	4,22	4,80	3,70	4,20	4,10	4,51	4,40	4,50
С 20:0 арахиновая	0,57	0,27	0,36	0,34	0,33	0,38	0,35	0,36	0,37	0,39	0,36	0,43
С 22:0 бегеновая	1,72	0,43	0,36	0,33	0,32	0,34	0,42	0,37	0,38	0,47	0,37	0,48
С 24:0 лигноцериновая	0,60	0,27	0,17	0,18	0,15	0,22	0,18	0,15	0,15	0,18	0,20	0,22
Мононенасыщенные ж. к., в том числе:	**10,21**	**14,60**	**25,00**	**23,11**	**21,43**	**27,07**	**29,47**	**27,32**	**28,04**	**25,64**	**29,00**	**31,53**
С 16:1пальмитолеиновая	0,10	0,11	0,12	0,13	0,07	0,08	0,09	0,06	0,05	0,08	0,07	0,08
С 18:1 олеиновая	9,90	14,22	24,70	22,78	21,20	26,76	29,17	27,01	27,73	25,28	28,67	31,12
С 20:1 эйкозеновая	0,21	0,14	0,17	0,16	0,16	0,22	0,21	0,24	0,22	0,25	0,23	0,26
С 22:1 эруковая	сл.	сл.	0,01	0,04	сл.	0,01	сл.	0,01	0,04	0,30	0,02	0,06
Полиненасыщенные ж. к., в том числе:	**67,83**	**69,39**	**56,04**	**59,65**	**61,92**	**55,97**	**54,50**	**55,88**	**54,96**	**57,70**	**54,33**	**51,52**
С 18:2 линолевая	41,20	53,92	48,8	50,90	53,01	50,04	49,03	49,92	48,96	51,39	48,88	46,2
С 18:3 линоленовая	26,44	15,16	6,97	8,60	8,82	5,82	5,41	5,81	5,89	6,17	5,36	5,12
С 20:2 эйкозадиеновая	0,04	0,04	0,01	0,03	0,01	0,01	сл.	0,02	0,02	0,04	0,03	0,03
С 20:3 эйкозатриеновая	0,05	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	0,01
С 22:2 докозадиеновая	0,01	0,08	0,01	0,03	сл.	0,01	сл.	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03
С 22:3 докозатриеновая	0,06	0,13	0,08	0,07	0,06	0,08	0,06	0,05	0,10	0,07	0,06	0,09
ω-6:ω-3	**1,6:1**	**3,5:1**	**7:1**	**5,9:1**	**6:1**	**8,5:1**	**9:1**	**8,5:1**	**8,3:1**	**8,3:1**	**9:1**	**9:1**
Масличность, %	**10,3**	**12,2**	**15,6**	**19,4**	**20,6**	**21,9**	**22,0**	**24,3**	**20,7**	**20,5**	**22,1**	**22,9**

6 Заказ 079

кислот в масле. Предпосылки для создания таких сортов есть, так как в научной литературе упоминается о том, что имеются образцы сои с минимальным содержанием линоленовой кислоты в масле (до 0,5 %). Низкое содержание линоленовой кислоты определяет рецессивный аллель гена fan, который имеется в двух образцах коллекции (к-10343, к-10360). (М.А. Вишнякова, М.А. Бурляева, И.В. Сеферова и др., 2004). *Вовлечение их в селекционный процесс позволит создать сорта с качеством масла, наиболее пригодным для маслодобывающей промышленности.*

С целью получения масла для геронтологического, детского и лечебного питания необходимо будет, наоборот, дозу линоленовой кислоты в масле увеличить, для того, чтобы достичь желаемого в этом случае отношения ω-6 к ω-3 равного от 3:1 до 5:1.

Определённый жирно-кислотный состав присущ для каждого вида растительного масла. На этом факте основана идентификация и выявление фальсифицированных растительных масел. В связи с этим мы провели сравнительный анализ жирно-кислотного состава масла сои, предусмотренного ГОСТ 30623-98 и обусловленного биологическими особенностями сортов отечественной и зарубежной селекции. Все идентифицированные жирные кислоты липидов семян сои различного происхождения укладываются в пределы показателей, установленных ГОСТ 30623-98, за исключением диапазона олеиновой кислоты. В наших сортах доля олеиновой кислоты выросла до 31,1 %, в то время как согласно ГОСТ, её содержание находится в диапазоне 17,7–26,1 %. Исходя из фактического материала, диапазон содержания олеиновой кислоты, предусмотренный в настоящее время ГОСТ, можно увеличить.

Поскольку содержание и качество масла определяются не только генетическими особенностями сортов, но и условиями выращивания, представляло интерес изучить изменчивость масличности и жирно-кислотного состава масла семян различных сортов сои, созданных ***в южном регионе*** (45°с.ш., Краснодар, ВНИИМК) при выращивании их в более северных регионах (50°с.ш., Белгород, БелГСХА) и сортов, созданных ***в северном регионе*** (на 53°с.ш. – Орел, ВНИИЗБК, на 54°с.ш. – Рязань, НИИПТИАПК, и на 50°с.ш. – г. Белгород, БелГСХА) при выращивании их в южном регионе на 45°с.ш., Краснодар, ВНИИМК, а также в самом северном регионе – на 59°с.ш. – в Вологодской области.

Исследование жирно-кислотного состава масла семян сои, выращенной в трёх различных по климатическим условиям регионах нашей страны (табл. 21), свидетельствуют о том, что сорта северного экотипа при выращивании их в самой северной зоне (Вологда) имеют наименьшую долю олеиновой кислоты в масле и наибольшую – витамина F. Благодаря наименьшему отношению ω-6:ω-3 жирных кислот (3–4:1) это масло будет более пригодно для лечебных целей, но менее стойко при хранении.

Таблица 21

Влияние эколого-географических условий выращивания семян сои на содержание и качество масла

Сорт, экотип	Масличность, %	Содержание жирных кислот в масле, %					Витамин F, %	ω-6:ω-3
		пальмитиновая	стеариновая	олеиновая	линолевая	линоленовая		
Вологодская область, 59° с. ш.								
Северный экотип								
Свапа	21,3	9,5	4,1	17,0	53,0	14,7	67,7	3,6:1
Окская	19,8	9,0	3,8	17,4	54,2	14,6	68,9	3,7:1
Светлая	20,6	8,8	3,5	18,6	53,3	15,7	69,0	3,4:1
Касатка	20,1	9,7	4,0	18,9	53,2	14,0	67,2	3,8:1
Среднее значение	***20,5***	***9,3***	***3,9***	***18,0***	***53,4***	***14,8***	***68,2***	***3,6:1***
Белгородская область, г. Алексеевка, 50° с. ш.								
Северный экотип								
Светлая	20,6	9,3	4,0	27,3	51,2	9,1	60,3	5,6:1
Белгородская-6	22,5	9,2	4,5	29,2	49,9	7,9	57,8	6,3:1
Среднее значение	***21,6***	***9,3***	***4,3***	***28,3***	***50,5***	***8,5***	***59,1***	***6,0:1***
Южный экотип								
Лира	26,1	8,7	4,9	28,0	49,8	8,4	58,2	5,9:1
Виллана	25,8	8,9	4,9	26,1	50,7	8,7	59,4	5,8:1
Селекта 101	23,0	8,9	4,7	29,7	50,0	6,9	56,9	7,3:1
Среднее значение	***25,0***	***8,8***	***4,8***	***27,9***	***50,2***	***8,0***	***58,2***	***6,3:1***
г. Краснодар, ВНИИМК, 45° с. ш.								
Северный экотип								
Свапа	22,7	9,4	5,1	34,5	46,5	4,5	51,0	10,3:1
Окская	19,7	9,1	4,7	33,1	49,4	5,1	54,5	9,7:1
Светлая	19,8	9,9	4,2	30,0	50,3	5,9	56,2	8,5:1
Касатка	18,6	10,0	4,6	31,6	48,8	6,2	55,0	7,9:1
Белгородская-6	21,3	9,6	5,4	37,9	44,6	4,2	47,1	10,2:1
Среднее значение	***20,4***	***9,6***	***4,8***	***33,4***	***47,9***	***5,2***	***52,8***	***9,3:1***
Южный экотип								
Лира	24,0	10,6	5,9	33,1	43,9	3,6	47,5	12,3:1
Виллана	20,6	8,7	4,7	30,5	52,2	4,7	57,0	11,0:1
Селекта 101	22,5	9,2	4,4	32,4	48,7	3,9	52,6	12,5:1
Среднее значение	***22,4***	***9,5***	***5,0***	***32,0***	***48,3***	***4,1***	***52,4***	***11,9:1***

При выращивании этих же сортов в южном регионе (Краснодар) масличность семян практически не изменилась, но качество масла подверглось существенным изменениям. Так, содержание олеиновой кислоты в масле в среднем увеличилось в 2,1 раза, линоленовой кислоты – уменьшилось в 3,1 раза. В то же время биологическая эффективность масла значительно уменьшилась. Отношение ω-6:ω-3 возросло в 3,1 раза, поэтому снизились лечебные свойства масла.

При продвижении сортов южного экотипа на север (до 50° с. ш.) произошло повышение масличности семян на 2,6 абс. %, снизилась доля олеиновой кислоты в масле на 4,1 абс. % и повысилась доля линолевой кислоты на 1,9 %. Одновременно в 2 раза возросла доля линоленовой кислоты, увеличилось содержание витамина F на 5,8 %, улучшилось отношение ω-6:ω-3.

Приведенные нами результаты свидетельствуют о зависимости степени ненасыщенности жирных кислот масла сои от температурных (эколого-географических) условий выращивания. Степень ненасыщенности жирных кислот уменьшается с увеличением температуры региона произрастания. Под влиянием эколого-географических условий выращивания четко проявилась взаимосвязь между жирными кислотами. Коэффициент корреляции между содержанием стеариновой и олеиновой кислоты в масле был положительным и высоким (r = 0,77). Содержание олеиновой кислоты в масле высоко отрицательно коррелировало с линолевой (r = -0,99), линоленовой жирной кислотой (r = -0,99). Столь же высокой, но положительной была связь между линолевой и линоленовой кислотой. Чем больше была доля витамина F в масле, тем меньше отношение ω-6 к ω-3, и, следовательно, в большей степени выражены лечебные свойства масла.

Таким образом, в процессе эволюции и селекции сои в содержании и качестве масла произошли существенные изменения. Масличность семян увеличилась в 2 раза, возросла доля мононенасыщенной олеиновой и снизилось содержание полиненасыщенных жирных кислот в масле, что возможно обусловит повышенную стойкость масла при хранении. При этом масло утратило выраженные лечебные свойства, но является вполне пригодным для здорового растущего организма.

Условия выращивания сои оказали существенное влияние на содержание и качество масла. При выращивании сортов южного экотипа в северных регионах страны содержание масла в семенах увеличивается и одновременно возрастает доля полиненасыщенных жирных кислот. Физиологическая ценность масла повышается. Лечебное соевое масло можно получить из семян сои, выращенных в самых северных регионах (выше 50° с. ш.).

Фосфолипиды

Фосфолипиды *(старое название – фосфатиды)* ***так же, как и жиры, являются глицеридами, то есть сложными эфирами глицерина и жирных кислот. От настоящих жиров они отличаются тем, что содержат фосфорную кислоту и связанное с ней азотистое основание, спирт.***

Фосфолипиды относят к дифильным веществам, то есть их молекулы характеризуются наличием неполярных (гидрофобных) и полярных (гидрофильных) областей. Эта особенность фосфолипидов и химическая структура молекул, обусловливающая их поверхностно-активные и эмульгирующие свойства во многом определили многогранное направление использования этих веществ как в медицине, так и в технологии переработки пищевых продуктов.

В зависимости от состава спирта различают 3 класса фосфолипидов: 1 – фосфоглицериды, 2 – фосфосфингозины, 3 – фосфоинозитиды. Наиболее многочисленным является класс фосфоглицеридов, который включает в себя ***фосфатидилхолины, фосфатидилэтаноламины, фосфатидилсерины и фосфатидные кислоты*** (Б.Н. Тютюнников, 1992; В.Г. Щербаков, 2003).

Из азотистых оснований, входящих в состав фосфолипидов, наиболее распространенным является холин. Фосфолипиды, состоящие из остатков глицерина, жирных кислот, фосфорной кислоты и холина, носят название *фосфатидилхолинов* (*лецитинов).*

Фосфолипиды, у которых вместо холина содержится аминоэтиловый спирт коламин, называют *фосфатидилэтаноламинами* (*кефалинами).*

Фосфолипиды, у которых полярной группой является серин, называют *фосфатидилсеринами.*

Фосфолипиды, имеющие в качестве полярной группы циклический спирт инозит, носят название *фосфатидилинозитов.*

В растениях также найдены фосфолипиды, не содержащие азотистых оснований. Это *фосфатидные кислоты*. Возможно, что они образуются в результате гидролитического расщепления лецитина и кефалина. Фосфатидные кислоты в растениях образуют соли с кальцием, магнием и калием (В.Л. Кретович, 1980; А.А. Анисимов, А.Н. Леонтьева, 1986).

Каждая индивидуальная группа фосфолипидного комплекса обладает уникальной физиологической активностью со специфически направленными функциональными свойствами (Н.Ф. Гринь, 2002; В.В. Сорокина, 2004; Т.А. Шахрай, 1999).

Так, например, *фосфатидилхолин (лецитин)* служит источником холина. Холин необходим организму для выработки собственного лецитина. Он участвует в выработке миелина – защитной оболочки, окружающей нервы и клетки мозга.

Лецитин усиливает антиокислительное воздействие токоферолов. Как основная часть желчи, является важным для усвоения жира. Будучи важной составной частью клеточных мембран, он обеспечивает бесперебойную подачу веществ между клетками и отвод шлаковых веществ (Соевое масло, 1998).

Лецитин помогает избавиться от непроизвольных движений, судорог, улучшает кратковременную память, помогает при сердечных заболеваниях, нормализует соотношение между «плохим» и «хорошим» холестерином, отчасти помогает снижению кровяного давления. Лецитин повышает эффективность лечения женских болезней (фибромы матки, фиброзно-кистозной мастопатии, эндометриоза, а также рака матки и молочной железы).

Фосфатидилсерин усиливает передачу сигналов между клетками мозга. Он способен задержать возрастную деградацию умственных способностей, усиливает память, улучшает мышление, противодействует неврологическим повреждениям, обусловленным стрессом. Под действием фосфатидилсерина умственная деятельность улучшается даже у людей с болезнью Алцгеймера или паркинсонизмом, повышается сопротивляемость алкогольному

опьянению. В Америке для производства фосфатидилсерина используется соя.

Фосфатидилинозиты имеются в сердце, печени, легких, но особенно велико их содержание в миелиновых оболочках нервных волокон спинного мозга. Они представляют интерес как возможные предшественники простагландинов – важнейших регуляторов метаболизма (А.А. Анисимов, А.Н. Леонтьева, 1986).

Наличие полярных и неполярных группировок в молекулах фосфолипидов обусловливает своеобразие физико-химических свойств и специфическую роль их в построении и функционировании биологических мембран. Они входят в состав клеточных и субклеточных структур всех живых существ (животных, растений, микроорганизмов), обеспечивая нормальную жизнедеятельность всех органов и систем.

В организме человека фосфолипиды играют важнейшую физиологическую роль. Они способствуют нормализации липидного обмена, профилактике атеросклероза, так как предотвращают накопление избыточных количеств холестерина на стенках сосудов, обеспечивают его расщепление и выведение из организма (Л.Ф. Павлоцкая, В.Н. Дуденко, М.М. Эйдельман, 1989).

Известно, что липопротеиды высокой плотности (ЛПВП) обогащены фосфолипидами и обеспечивают транспорт холестерина из периферических тканей обратно в печень, поэтому атеросклеротические бляшки не откладываются на стенках сосудов. В отличие от них, липопротеиды низкой плотности (ЛПНП) содержат в 1,5 раза меньше фосфолипидов, поэтому в них имеется избыток холестерина, который вызывает склонность к образованию атеросклеротических бляшек. Ученые отметили наличие положительной корреляции между уровнем ЛПНП в крови и распространенностью и выраженностью ишемической болезни сердца (ИБС). Внутривенное введение фосфолипидных препаратов способствует снижению уровня холестерина в макрофагах и уменьшению агрегации тромбоцитов (Т.И. Тимофеенко, 2000). Фосфолипиды участвуют в регенерации мембран, увеличивают детоксикационную способность печени, обладают антиоксидантной активностью, снижают у диабетиков потребность в инсулине, предотвращают дегенеративные изменения в нервных клет-

ках, мышцах, корректируют диабетические патологические изменения печени и почек (при гепато- и нефропатиях), укрепляют капиляры. Они улучшают интеллектуальную работу мозга, способствуют сохранению памяти. При недостатке фосфолипидов плохо усваиваются важнейшие жирорастворимые витамины: А, Д, Е, К, ухудшается функция поджелудочной железы, снижается репродуктивная способность. Рядом исследований установлено, что фосфолипиды обладают способностью понижать содержание липидов в крови (гиполипидемический эффект). Они обладают радиопротекторными свойствами (Т.И. Тимофеенко, 2000; Ю.А. Тимошенко, 2007).

Поэтому из фосфолипидов производят различные лекарственные препараты и биологически активные добавки к пище. Препарат «Липостабил» применяют для терапии гиперлипопротеинемии и атеросклероза. Он снижает повышенный уровень холестерина и триацилглицеринов. Основным действующим веществом «Липостабила» является фосфатидилхолин, полученный из семян сои. Он является также основным компонентом терапевтического средства для лечения расстройства сознания, восприятия и движения, ишемической болезни сердца и инсулиннезависимого сахарного диабета (Т.И. Тимофеенко, 2000).

Для предохранения от агрессивного действия некоторых лекарственных веществ предложено покрывать поверхность лекарственных форм кишечно-растворимой оболочкой, содержащей 40% фосфолипидов.

Благодаря своим уникальным свойствам фосфолипиды применяют не только в фармацевтической промышленности, но и пищевой при производстве молочных, мясных, колбасных изделий, продуктов детского питания для повышения их биологической ценности, технологических свойств и органолептических показателей.

В кондитерской промышленности фосфолипиды применяют в качестве разжижителей шоколадных масс, при этом экономится расход масла какао. В выпечках их используют взамен яиц и меланжа. В этом случае качество изделий повышается.

В производстве маргаринов и майонезов фосфолипиды сои применяются в качестве эмульгаторов. При этом усваиваемость маргарина повышается.

Являясь отличными эмульгаторами, стабилизаторами и обладая антиоксидантными, влаго- и жироудерживающими свойствами, фосфолипиды широко используют в качестве добавки при производстве хлеба. При этом повышаются его питательная ценность и качество, создаются лучшие условия для технологического процесса. Улучшается цвет, пористость мякиша, хлеб становится более мягким, вкусным и ароматным, объем его возрастает на 10–15 %, черствение задерживается (Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена, 1986; Е.А. Бутина, 2003; Е.А. Бутина, Е.О. Герасименко, Е.П. Корнена, Ю.П. Арселямов, 2008).

Потребность российских предприятий пищевой промышленности в лецитинах составляет более 450 т в месяц (Е.П. Корнена, Е.А. Бутина, Е.О. Герасименко, 2006).

Добавление фосфатидов в рацион животных и птиц увеличивает привесы молодняка, повышает продуктивность птиц, сопротивляемость организма заболеваниям. (И.П. Салун, Н.П. Просандеева, 1970). Ежедневное введение в рацион коров 100 г фосфатидов повысило суточные удои на 1,5–2,0 кг (в расчете на корову). Содержание жира в молоке при этом увеличилось на 0,3 %. Добавка курам-несушкам по 5 г кормовых фосфатидов повысила яйценоскость со 144 до 192 яиц в год (Г.Т. Лавриненко, А.А. Бабич, В.Ф. Кузин и др., 1978).

Учитывая столь широкий спектр физиологического воздействия на организм человека и животных, фосфолипиды можно считать крайне необходимыми компонентами кормов и пищи.

Согласно медицинским рекомендациям (М.Р. 2.3.1. 1915–04), норма потребления фосфолипидов для взрослого человека 7 г в сутки.

Больше всего фосфолипидов содержит головной мозг: от 6 до 30 %, а также яичный желток – 20 % (Л.П. Беззубов, 1962; Б.Н. Тютюнников, 1966).

В растительных тканях содержание этих веществ невелико. По данным Б.П. Плешкова (1975), семена кукурузы накапливают 0,2–0,3 %, пшеницы – 0,4–0,5, ржи – 0,5–0,6, льна – 0,5–0,7, подсолнечника – 0,7–0,8, гороха – 1,0–1,1, хлопчатника – 1,7–1,8, сои – 1,6–2,2 %.

Сырое соевое масло содержит 1,7–3,2 % фосфолипидов (И.П. Салун, Н.П. Просандеева, 1970). Поэтому в мировой практике фосфолипиды получают в основном из семян сои. Доля импортных фосфолипидов, используемых отечественной пищевой промышленностью, в последние годы составляет 91,2–92,4 %.

Современный ассортимент фосфолипидов включает:

– концентраты с содержанием фосфолипидов 60–62 %;

– обезжиренные фосфолипиды (изоляты) с содержанием основного вещества до 98 %;

– гидролизованные фосфолипиды;

– фракции индивидуальных фосфолипидов;

– технологически функциональные компоненты на основе фосфолипидов.

Согласно отечественному стандарту, промышленные концентраты фосфолипидов называют «фосфатидные концентраты», а в иностранных сертификатах эти продукты принято называть «лецитины». Лецитины известны как пищевая добавка Е 322. Их можно использовать в продуктах без ограничений (В.Н. Красильников, Ю.А. Тимошенко, 2006).

Но в России, вследствие того, что основной масличной культурой является подсолнечник и объемы производимого подсолнечного масла намного выше, чем соевого, ученые Кубанского технологического университета разработали способы выделения и производства этих ценных веществ именно из подсолнечного масла. Известны БАД серии «Витол», которые представляют собой высокоочищенные фосфолипиды подсолнечника (не менее 95 %), из которых фосфатидилхолиновая фракция составляет не менее 30 %. «Витол» выпускают в виде гранул, таблеток и основы для приготовления коктейлей (Е.А. Бутина, Е.О. Герасименко, Е.П. Корнена, Р.А. Ханферян, 2006).

Тем не менее, соя остается непревзойденным сырьем для производства фосфолипидов. Ареал распространения этой культуры в нашей стране увеличивается, и объемы производства растут. Возникают комплексы по глубокой переработке сои, что делает возможным собственное производство соевых фосфолипидов.

Однако в последние годы в России исследования по содержанию и качеству этих компонентов соевых семян практически не проводились. Между тем, исходя из важности фосфолипидов как биологически, так и технологически ценных веществ, следует считать целесообразным изучение как общего содержания, так и компонентного состава фосфолипидов семян современных сортов сои.

Для изучения нами были взяты 3 дикорастущие формы, 4 полукультурных сорта, 14 сортов современной отечественной селекции сои. Из них 5 обычных сортов кубанской селекции: Лира, Лань, Ника, Альба, Вилана и 5 специальных высокобелковых: Дельта, Веста, Лакта, Фора, Валента, а также 4 интродуцированных сорта дальневосточной селекции: Приморская 56, Приморская 69, Амурская, Уссурийская, выращенные на ЦЭБ ВНИИМК (приложение 4, рис. 2, табл. 22).

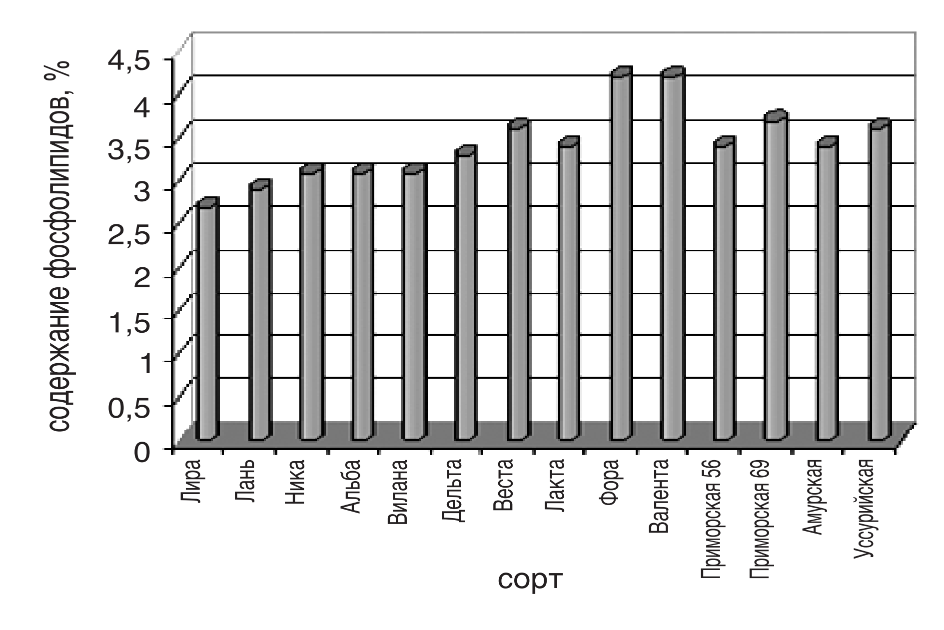


Рисунок 2 – Общее содержание фосфолипидов в семенах некоторых современных сортов сои

Результаты определения общего содержания фосфолипидов в семенах показали, что имеются существенные различия по этому показателю в зависимости от биологических особенностей

сорта. У дикорастущих видов общее содержание фосфолипидов в семенах находится в пределах 5,0–6,5 %, полукультурной сое – 3,4–4,8 %, современных сортах – 2,7–4,2 %.

Наименьшим содержанием этих веществ характеризовался сорт Лира (2,7 %), наибольшим – сорта Фора и Валента (4,2 %). Следует отметить, что все высокобелковые кубанские сорта специальной селекции имели самое высокое содержание фосфолипидов (3,3–4,2 %), обычные сорта кубанской селекции – самое низкое (2,7–3,1 %), дальневосточные и зарубежные – заняли промежуточное положение (3,4–3,7 %) и (3,1–3,5 %) соответственно по этому показателю (приложение 4).

Групповой состав фосфолипидов сои (табл. 22) представлен семью различными компонентами: фосфатидилинозитолами, фосфатдилхолинами, фосфатидилсеринами, фосфатидилэтаноламинами, фосфатидилглицеринами, фосфатидными и полифосфатидными кислотами.

Сравнительный количественный анализ компонентного состава фосфолипидов показал широкую амплитуду сортовой изменчивости (табл. 22).

В данном наборе сортов доля фосфатидилинозитолов находилась в пределах 0,7–4,8 %, фосфатидилхолинов – 29,6–42,6, фосфатидилсеринов – 0–3,0, фосфатидилэтаноламинов – 23,3–33,4, фосфатидилглицеринов + фосфатидных кислот – 14,2–30,2, полифосфатидных кислот – 0–18,8 %.

Проявились и закономерности. Доля фосфатидилинозитолов в составе фосфолипидов среднем была самой высокой у кубанских обычных сортов, а фосфатидилхолинов – у высокобелковых сортов кубанской селекции.

Особое внимание следует обратить на фосфатидилсерины в связи с их востребованностью для создания лечебных препаратов. Исходя из полученных экспериментальных данных, можно предположить, что этот признак обусловлен биологическими особенностями сорта. В семенах большинства сортов эти вещества находились в следовых количествах, а самая высокая доля их в составе фосфолипидов была у сортов Фора и Амурская.

Таблица 22

Компонентный состав фосфолипидов семян сои отечественных сортов

Сорт	Компонентный состав, %					
	ФИ	ФХ	ФС	ФЭА	ФГ + ФК	ПФК
Кубанский обычный:						
Лира	4,4	30,0	<0,01	29,1	17,4	18,8
Лань	1,7	35,1	<0,01	28,1	22,6	12,2
Ника	4,8	35,7	<0,01	27,0	19,6	12,9
Альба	0,9	40,1	<0,01	27,8	16,9	14,3
Вилана	2,5	29,9	<0,01	23,7	28,6	<0,01
среднее	**2,9**	**34,2**	**<0,01**	**27,1**	**21,0**	**11,6**
Кубанский высокобелковый:						
Дельта	0,7	36,6	<0,01	26,4	20,5	15,8
Веста	1,6	41,1	<0,01	30,4	16,9	9,8
Лакта	4,2	40,5	<0,01	28,2	14,2	12,9
Фора	1,7	36,9	2,1	26,0	20,2	12,6
Валента	1,8	41,1	<0,01	26,3	21,2	9,6
среднее	**2,0**	**39,2**	**0,4**	**27,5**	**18,6**	**12,1**
Дальневосточный:						
Приморская 56	2,9	34,2	<0,01	23,3	30,2	9,3
Приморская 69	1,4	40,8	<0,01	30,5	17,6	9,7
Амурская	1,5	29,6	3,0	33,4	19,1	13,4
Уссурийская	0,7	42,6	<0,01	31,7	14,8	10,3
среднее	**1,6**	**36,8**	**0,8**	**29,7**	**20,4**	**10,7**

ФИ – фосфатидилинозитолы; ФХ – фосфатидилхолины; ФС – фосфатидилсерины; ФЭА – фосфатидилэтаноламины; ФГ – фосфатидилглицерины; ФК – фосфатидные кислоты; ПФК – полифосфатидные кислоты

Поскольку подсолнечник является альтернативным сырьем для получения фосфолипидов, мы провели сравнительный анализ среднего по сортам содержания этих веществ в семенах сои и подсолнечника (табл. 23).

Таблица 23

Содержание фосфолипидов и их отдельных фракций
в семенах сои и подсолнечника, %

Культура	Сумма фосфолипидов	ФИ	ФХ *(лецитины)*	ФС	ФЭА *(кефалины)*	ФГ	ФК
Соя*	3,5	0,11	1,36	0,02	0,96	0,42	0,63
Подсолнечник**	0,7	0,2	0,3	0	0,16	-	0,04

*Л.А. Кучеренко, 2010; **П.С. Попов, Н.С. Осик, 1981.
ФИ – фосфатидилинозитолы; ФХ – фосфатидилхолины; ФС – фосфатидилсерины; ФЭА – фосфатидилэтаноламины; ФГ – фосфатидилглицерины; ФК – фосфатидные кислоты; ПФК – полифосфатидные кислоты

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что в семенах сои суммарное количество всех фосфолипидов в 5 раз, лецитинов – в 4,5 раза, кефалинов – в 6 раз больше, чем в семенах подсолнечника.

Таким образом, соя является наиболее предпочтительным сырьем для получения общих фосфолипидов и их наиболее значимых компонентов, чем подсолнечник.

Современные отечественные сорта сои имеют широкий диапазон варьирования по всем изученным показателям. Поэтому для выделения и производства препаратов этих биологически активных веществ необходимо поиск сырья вести целенаправленно. В этой связи следует обратить внимание на высокобелковые сорта кубанской селекции, особенно Фору и Валенту, в семенах которых не только самое высокое общее содержание фосфолипидов, но и отдельных их физиологически важных компонентов – фосфатидилхолинов (лецитинов) и фосфатидилсеринов.

Стерины

Стерины – один из классов стероидов. Чаще всего они встречаются в виде эфиров жирных кислот.

В природе они обнаружены в небольших количествах в богатых липидами частях растений, например, в орехах, семенах

подсолнечника и кунжута, а также в нативном соевом масле (Т. Майер, 2006).

В составе соевого масла 0,32–0,64 % стеринов. Они представлены Д7-стигмастеролом (1,4–10,2 %), бетта- ситостерином (50,3–60,2 %), стигмастерином (14,5–22,3), кампестерином (19,7–24,0 %).

Наличие в масле стеролов повышает его питательную ценность, так как некоторые из них *являются провитаминами антирахитичных витаминов группы Д*, которые в организме человека регулируют обмен кальция и фосфора. Кроме того, бетта- ситостерол, который преобладает в составе стеролов, ингибируют всасывание холестерола в кишечнике и тем самым *тормозят развитие атеросклероза* (И.П. Салун, Н.П. Просандеева, 1970; П.С. Попов, Н.С. Осик, 1981; Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, М.М. Эйдельман, 1989; В.Г. Щербаков, 1991).

Ингибирование всасывания холестерола объясняется тем, что фитостерины имеют структуру, похожую на структуру холестерина. В организме человека они начинают конкурировать с холестерином и таким образом сдерживается поглощение холестерина в тонкой кишке. Снижается как общий уровень холестерина, так и содержания «плохого» холестерина. Они не оказывают влияние на «хороший» холестерин и на триглицериды. Таким образом, *они могут снижать риск сердечно-сосудистых заболеваний.* Это подтверждают многочисленные медицинские исследования (Т. Майер, 2006).

3.6 УГЛЕВОДЫ

Углеводы являются главным продуктом фотосинтеза и основным дыхательным материалом для растений. Их обычно делят на 3 основных класса: моносахариды, олигосахариды и полисахариды. ***Олигосахариды*** *– это олигомеры моносахаридов содержащие от двух до десяти мономерных звеньев.* ***Полисахариды*** *представляют собой высокополимерные соединения, построенные из нескольких десятков и даже тысяч остатков моносахаридов* (Б.П. Плешков, 1975).

К ***моносахаридам*** относят: глюкозу, фруктозу, ксилозу, арабинозу, ***дисахаридам:*** сахарозу, мальтозу, лактозу, ***трисахаридам:***

рафинозу, ***тетрасахаридам*:** стахиозу. *Полисахаридами* являются: гемицеллюлозы, крахмал, инулин, гликоген, целлюлоза, пектиновые вещества, камеди, декстраны и декстрины. По участию углеводов в обмене веществ условно их делят на усвояемые и неусвояемые. К неусвояемым относят грубые пищевые волокна: целлюлозу, гемицеллюлозу, а также мягкие пищевые волокна: пектиновые вещества, камеди, декстраны (В.М. Поздняковский, 1999). Энергетический коэффициент усвояемых углеводов: 1 г – 4,0 ккал.

Характерной особенностью сои является невысокое содержание усвояемых углеводов. Благодаря этому ее рекомендуют больным сахарным диабетом. По заключению института питания РАМН продукты из сои обеспечивают выраженный гипогликемический эффект у больных на фоне отмены или снижения дозы привычных противодиабетических препаратов, включая инсулин.

Углеводы в сое представлены ***растворимыми сахарами*** – глюкозой, фруктозой (моно-), сахарозой (ди-), рафинозой (три-), стахиозой (тетра-) сахарами, а также ***гидролизуемыми полисахаридами*** (крахмалом и др.) и ***нерастворимыми структурными полисахаридами*** (гемицеллюлозой, пектиновыми веществами, слизями и другими соединениями, образующими клеточные стенки).

Содержание углеводов в семенах сои колеблется, как правило, от 14 до 24 % (максимально до 35 %) и состав их весьма разнообразен. В сухих веществах семян содержится 0,07–2,2 % моносахаридов, 3,31–13,5 % сахарозы, 1,0–1,6 % рафинозы, 3–6 % стахиозы, 3,10–8,97 % крахмала и декстринов (причем крахмала очень мало, его удается обнаружить только в зародыше по реакции с йодом), 3,8–5,45 % пентозанов, 1,6 % галактана, 3,8 % арабана, 3,0–7,0 % целлюлозы (клетчатки), 1,3–6,5 % гемицеллюлозы, 2,0 % лигнина. Процент усвоения углеводов соевых семян невысокий (40–50 %) (К.А. Степчков, Е.Н. Волков, 1965; Г.Т. Лавриненко, А.А. Бабич, В.Ф. Кузин, П.Е. Губанов, 1978).

Зависимость содержания различных по растворимости групп углеводов от биологических особенностей сорта сои представлена в таблице 24.

Таблица 24

Содержание углеводов в семенах различных сортов сои *

Сорт	Углеводы, г/100 г сух. вещ.			Сумма
	растворимые	гидролизуемые	нерастворимые	
Ходсон	6,6	3,6	7,0	17,2
Юг–30	10,6	3,6	10,6	24,8
Лань	9,5	5,4	8,2	23,1
Руно	7,1	1,2	8,7	17,0
Вилана	8,2	5,3	9,7	23,2
Диана	9,3	2,4	8,6	20,3
Быстрица 2	8,0	2,4	9,1	19,5
Фора	7,7	6,0	7,2	20,9
Веста	7,1	4,5	7,1	18,7

*С.В. Назаренко, В.С. Петибская, И.В. Шведов, 2000

В семенах сои особый интерес представляют **олигосахара –** рафиноза и стахиоза.

В расчете на сухое вещество семени в сое содержится 1–1,6 % трисахарида ***рафинозы***, которая состоит из молекул глюкозы, фруктозы и галактозы, а также 3–6 % тетрасахарида ***стахиозы***, образованной молекулами глюкозы, фруктозы и двумя молекулами галактозы (Химический состав пищевых продуктов, 1979; В.Б. Толстогузов, 1987).

Эти олигосахара, как известно, вызывают метеоризм, так как из-за отсутствия в тонком кишечнике фермента галактозидазы, они не перевариваются, а попадая в толстый кишечник, сбраживаются микроорганизмами до углекислого газа и водорода, азота, метана (С.В. Мартынов, 1984; В.Б. Толстогузов, 1987). Поэтому на Востоке соя традиционно либо вымачивается и отваривается, либо ферментируется для дальнейшего получения из нее творога, сыра, пасты, соусов и т.д.

Для соевых белковых продуктов, предназначенных для диетического и детского питания, введено ограничение на содержание олигосахаров (не более 2 %) (СанПиН 2.3.2.560-96. «Продовольственное сырье и пищевые продукты», 1997).

Существует несколько способов снижения содержания олигосахаридов в сое. Один из них – селекционный. Американские

ученые получили линии сои с минимальным содержанием рафинозы и стахиозы. Технологические приемы обработки сои также позволяют снизить количество этих компонентов в семенах. Например, установлено, что при замачивании необрушенных семян сои в воде в течение 12 часов вымывается 30 % рафинозы и стахиозы (И.Д. Спецакова, М.Л. Доморощенкова, Т.Ф. Демьяненко, В.В. Ключин, 1996). Проращивание семян в еще большей степени способствует снижению олигосахаридов.

Индийские ученые установили, что обработка соевой муки α-галактозидазой снижала содержание в муке рафинозы на 90,4 %, стахиозы – на 91,9 % (V.H. Mulimani, S. Thippes-wamy, Ramalingam, 1997).

Снизить содержание олигосахаров в зерне можно термообработкой, а в белковых концентратах и изолятах – промывкой этанолом или водными растворами кислот. При этом олигосахара расщепляются на составляющие их мономеры (В.Б. Толстогузов, 1987). В домашних условиях для того, чтобы образовавшиеся газы не вызывали болевые ощущения, рекомендуется приправлять соевые продукты майораном, тмином, укропом.

В то же время, американские и японские ученые считают рафинозу и стахиозу полезными компонентами сои по той причине, что эти сахара используются бифидобактериями кишечника в качестве источника питательных веществ, то есть являются субстратом для полезной собственной микрофлоры кишечника.

В свою очередь, бифидобактерии синтезируют аскорбиновую кислоту, кишечая палочка – 9 витаминов. Бифидо- и лактобактерии обладают свойствами усиливать всасывание солей кальция, витамина Д. Полезная микрофлора кишечника синтезирует значительное количество протео- , липо- и сахаролитических ферментов, которые непосредственно участвуют в метаболизме белков, жиров, углеводов, нуклеиновых, желчных кислот, холестерина, в процессах всасывания кальция, железа, в синтезе аминокислот, биологически активных веществ. Особенно важна роль микрофлоры в процессах формирования иммунитета (В.А. Соловьева, 2003).

Таким образом, олигосахара опосредовано, через развитие собственной полезной микрофлоры кишечника человека благотворно влияют на обмен веществ организма.

В этой связи следует обратить внимание на факт, установленный учеными, что у каждого организма человека или животного имеется собственная и только ему свойственная микрофлора. С учетом этого, несомненно, гораздо полезнее употреблять продукты, содержащие субстрат для жизни собственной полезной микрофлоры, чем бифидо- и лактобактерии и другие представители нормофлоры из различных биопрепаратов, которые не являются идентичными собственной микрофлоре организма (А.В. Казаков, О.В. Феофилактова, 2009).

Логичным будет вывод о том, что наилучшим способом увеличения собственной полезной микрофлоры кишечника будет употребление термообработанных соевых продуктов с добавлением в них специй (укропа, тмина, майорана) для избавления от метеоризма, который происходит в результате расщепления олигосахаридов ферментом галактозидазой с образованием газообразных веществ.

Российские ученые пошли по пути объединения в одном продукте бифидобактерий и их субстрата – олигосахаридов. Они установили, что олигосахариды, попадая в толстый кишечник, способствуют приживаемости бифидобактерий, поступивших с пищей, и, кроме того, стимулируют рост естественной бифидофлоры человека, обитающей в толстом кишечнике. Марьин В.А. (1999) отмечает, что стимулирование роста бифидофлоры олигосахаридами проявляется только внутри живого организма в толстом кишечнике. Эксперименты, проведенные в 90-х годах в Японии, показали, что при суточном потреблении 3 г синтетического олигосахарида (лактулозы) содержание бифидофлоры в организме человека возрастает почти до 50 % от общего содержания полезной микрофлоры толстого кишечника. По данным Международной молочной Федерации, мировое производство бифидогенных олигосахаридов в 1995 году составило 8,5 тонн за год. Огромное количество молочных продуктов, в которые вводят эти олигосахариды, причем лидирует лактулоза, как наиболее традиционный и старый препарат. Однако сейчас в мире производится большое количество и других препаратов. Особенно много их в Японии (В.И. Максимов, 1999, В.А. Марьин, 1999).

Учитывая то, что в семенах сои содержится 4–7,6 % нативных олигосахаридов, то достаточно потреблять 40–75 г

сои в день для того, чтобы оздоровить и поддержать в нормальном состоянии полезную микрофлору кишечника. Кроме того, на наш взгляд, следует наладить производство чистых препаратов соевых олигосахаридов, а также пробиотических продуктов, включающих эти препараты нативных олигосахаров из сои.

Они важны для больных дисбактериозом. Нормализация полезной микрофлоры кишечника с помощью этих продуктов будет способствовать повышению иммунитета, предотвращению аллергии, а также некоторых видов рака и многих других заболеваний.

Полисахариды – это полимеры, содержащие обычно более двадцати остатков моносахаридов, соединенных друг с другом гликозидными связями.

К структурным полисахаридам относятся как *волокнистые* полимеры, например, целлюлоза клеточных стенок, так и *неволокнистые*, такие как гемицеллюлозы и пектиновые вещества, которые, по-видимому, образуют аморфный матрикс вокруг волокон целлюлозы или функционируют в качестве связующей основы между клетками (С.К. Арора, 1973).

Целлюлоза состоит из линейно расположенных моносахаридных остатков Д-глюкозы, соединенных бетта-1-4-связями. ***Растворимые полисахариды*** образуют гели. Рацион, богатый ими, понижает содержание холестерина в сыворотке крови, вызывает чувство насыщения после еды. ***Нерастворимая клетчатка*** (целлюлозы, гемицеллюлозы) повышает перистальтику кишечника, снижает вероятность раковых заболеваний толстой и прямой кишки, уменьшает запоры и снижает кровяное давление. Способствует выведению из организма холестерина, создает чувство насыщения (Б.К. Маурин, Д. Чейс, 1997). Вместе с тем избыток клетчатки снижает усвояемость пищевых веществ на 5–15 %, связывает некоторые витамины и минеральные вещества, провоцирует расстройство кишечника (В.М. Поздняковский, 1999).

В США соевую клетчатку получают как побочный продукт при производстве белкового изолята. Ее продают в качестве диетической клетчатки наравне с другими источниками, такими как α-целлюлоза, гуаровая камедь, пектин, пшеничные, кукурузные или овсяные отруби (Э. Лусас, Ки Чун Ри, 1998).

Пектины. Свое название получили от латинского слова Pectys – студень. Они абсолютно безвредны и обладают детоксицирующими свойствами. Пектины выводят из организма радиоактивные изотопы, шлаки и токсины, снижают холестерин, подавляют развитие гнилостных микроорганизмов, улучшают работу желудочно-кишечного тракта.

У бобовых встречается три типа пектиновых веществ: 1 – пектин-полимер, построенный на основе цепей, состоящих из остатков Д-галактуроновой кислоты, 2 – галактан-полимер, состоящий из остатков галактозы и 3 – арабан-полимер, состоящий из остатков арабинозы.

По данным НПО «Пектин», содержание пектиновых веществ в соевых семенах составляет 3–5 %, а в семенной оболочке – 10 %.

Пектиновые вещества экстрагируют из растительных тканей горячим раствором оксалата или хелатирующими соединениями, например этилендиаминтетра-уксусной кислотой (ЭДТА) (С.К. Арора, 1973).

3.7 ИЗОФЛАВОНЫ

Изофлавоны (флавоноиды) сои – это биологически активные компоненты семян, обладающие различной эстрогенной активностью (Э.Г. Перкинс, 1998).

Суммарное содержание флавоноидов в семенах колеблется от 0,5 до 0,7 %. *Изоформы флавоноидов сои (изофлавоны – они же фитоэстрогены)*: **генистин** (1664 мг/кг), **генистеин**, **даидзин** (581 мг/кг), **даидзеин**, **глицитеин** (338 мг/кг), **куместрол** (0,4 мг/кг) *термостабильны и не разрушаются при кулинарной обработке.* Соевое зерно – один из редких продуктов, содержащих изофлавоны в достаточном количестве для их извлечения. Они сконцентрированы в гипокотиле сои и отсутствуют в масле. Генистин и дандзин обусловливают бледно-желтую окраску ядра семян (В.Г. Щербаков, 1991).

Санитарно-гигиеническими нормами РФ определен верхний допустимый уровень изофлавонов, поступающих с пищей за сутки, это – 100 мг. По мнению Кравец Т. (2008), фитоэстрогены нельзя рассматривать как заменители эстрогенов, синтезирую-

щихся у женщин, – их активность несоизмеримо более низкая. А вот препараты изофлавонов лучше принимать после консультации с врачом особенно в тех случаях, когда человек уже принимает гормональное лечение. И хотя изофлавоны рассматриваются учеными как очень перспективные средства для лечения серьезных заболеваний, они все еще требуют дальнейших исследований.

Фармакологические испытания показали, что изофлавоны сои гигиенически безопасны, *обладают сильными антиоксидантными свойствами, положительно влияют на иммунный статус. Присутствие белков сои усиливает антиоксидантные свойства этих веществ* (О.В. Константинова, А.Н. Лисицын, В.Н. Григорьева, 2001).

Изофлавоны сои обладают выраженной гормональной, противоопухолевой, антиостеопорозной, антиоксидантной и антиаллергичной активностями (Л.В. Капрельянц, Г.П. Силенко, В.В. Шестобитов, А.П. Петросянц, 2001). *Генистеин сои уменьшает свертываемость крови и препятствует образованию тромбов* (В.В. Прянишников, П. Микляшевский, М.В. Ярошенко, 2001).

По химической структуре изофлавоны подобны главному женскому гормону, поэтому соевые изофлавоны обладают многими свойствами эндогенных эстрогенов человека.

Как пишет Питер Д`Адамо (2002), часто, особенно в странах Запада, женщинам в период менопаузы рекомендуют прием синтетических заместителей гормонов, основу которых составляет эстрадиол. Их можно применять, если отсутствует риск развития рака молочной железы, а женщинам со 2- и 4-й группой крови лучше избегать их применения. Поэтому он советует использовать растительные эстрогены (изофлавоны из сои, люцерны, ямса), которые не такие сильнодействующие, как синтетические, однако вполне эффективны против многих симптомов менопаузы. *В отличие от синтетических, фитоэстрогены не подавляют собственное производство эстрогена организмом. А это очень важно.*

Интересно, пишет он, что в Японии, где привычная национальная пища богата фитоэстрогенами, нет точного эквивалента слову «менопауза». Широко распространенное употребление соевых продуктов, содержащих такие фитоэстрогены, как генестеин и даидзеин, способствуют подавлению сильно выраженных симптомов этого периода в жизни женщины.

Кроме того, фитоэстрогены имеют и другие важные не гормональные свойства, которые привлекли внимание многих исследователей. Считают, что эстрогены нужны не только для женской детородной системы, но *они также важны для костной системы, нормальной работы сердца и возможно мозга, они излечивают больных носовым кровотечением.*

После того, как в 1992 году в Вашингтоне был проведен научный симпозиум, посвященный вопросам предотвращения рака, стали известны и другие аспекты воздействия генистина на организм человека и животных. Оказалось, что он является хорошим антиокислителем, мощным ингибитором тирозиновых белковых киназ. Генистин не просто *подавляет рост раковых клеток, но заставляет их дифференцироваться, то есть из раковых превращаться в нормальные.* Результаты исследований, проведенных Национальным Институтом Рака США и других исследовательских учреждений, показали, что *изофлавоны блокируют развитие кровеносных сосудов, питающих злокачественные опухоли* (М. Мессина, В. Мессина, К. Сетчелл, 1995). Объяснение такого влияния еще подлежит тщательному изучению.

Согласно данным американского журнала «Здоровье» (Health), рекомендуемая суточная доза составляет 30–40 мг. В нем представлены данные по содержанию изофлавонов в 100 г соевых продуктов: соевом соусе – 2 мг, соевой лапше – 9 мг, соевом молоке – 10 мг, проростках – 14 мг, соевых сосисках – 15 мг, соевом йогурте – 16 мг, сыре-тофу – 28 мг, соевой сметане – 43 мг, чипсах из соевых бобов – 54 мг, вареном соевом зерне – 55 мг, соевом белковом концентрате и изоляте – 97 мг, сухих соевых сливках – 110 мг.

Если придерживаться дневной нормы в 30–40 мг изофлавонов, то в день, к примеру, можно выпить 1 стакан соевого молока и съесть 50 г соевого сыра. В сумме организм получит 35 мг изофлавонов. В другой день можно съесть 100 г сыра-тофу и 50 г соевых сосисок (А. Ильницкий, 2004).

В то же время по поводу потребления концентрата соевого белка в литературе имеются предостережения для детей и моло-

дых женщин, особенно во время беременности. По интернет-информации, представленной Климовой М., ежедневное употребление 60 г соевого протеина женщинами молодого возраста приводило к нарушению менструального цикла. При этом восстановление функций наблюдалось лишь спустя три месяца после исключения из диеты соевых составляющих. Подобное действие стало основой для противопоказаний беременным женщинам в связи с влиянием и даже угрозой для вынашивания плода (М. Климова, URL:http:// www.COYA/e Care.htm. – 3 с.).

Однако изофлавоны можно извлекать из семян сои и использовать их целенаправленно в лечебных целях. В семенах они содержатся в количествах, достаточных для промышленного извлечения (О.В. Константинова, А.Н. Лисицин, В.Н. Григорьева, 2001). Для извлечения изофлавонов из соевых продуктов рекомендуется использовать экстракцию 80 %-ным метанолом при комнатной температуре в течение двух часов. При этом степень извлечения составляет 90–93 % (Изофлавоны и кокъюгаты в пищевых продуктах из сои, 1994).

Кроме того, существует способ получения изофлавонов из соевого белка с помощью ультрафильтрации (E.T.Gugger, D.G. Dueppen, D.M. Archer, 1996).

Увеличить содержание изофлавонов в семенах сои можно инокуляцией их Aspergillus sojae и *Aspergillus niger* (S.M. Boue, C.H. Carter, K.C. Ehrlich, 2000).

В США запатентованы концентраты и изоляты соевого белка, обогащенные изофлавонами и содержащие 2500 мкг/г.

Они используются в качестве добавки в мясные и молочные продукты, а также продукты для детского питания, заменители молока, сырные пасты, йогурты (D.L. Crank, P.S. Kerr, 1999).

В научной литературе имеются сведения не только о достоинствах, но и недостатках этих компонентов. Американские, русские и английские ученые определили, что *изофлавоны сои несут потенциальное негативное влияние на щитовидную железу, понижая ее иммунитет и подавляя функции. Они тем самым вызывают или усугубляют гипофункцию железы.*

Врачи-педиатры из США показали, что частое кормление детей продуктами, включающими соевые компоненты, повышает

уровень заболевания щитовидной железы. Для того, чтобы компенсировать вредное влияние генистина на организм, к соевым продуктам добавляют йод (С. Монари, Д. Уайзмен, 1993).

Йод, добавленный к сое, усваивается организмом гораздо лучше, чем из других йодированных продуктов по той причине, что соя содержит наибольшее количество фенилаланина, тирозина, метионина и незаменимых жирных кислот (Д.А. Цикуниб, 1999).

Учитывая разные аспекты влияния изофлавона генистина на организм человека и тот факт, что соя является редким растением, содержащим этот компонент, на наш взгляд, следует считать целесообразным получение лекарственного препарата из сои и использовать его по назначению в лечебных целях.

3.8 САПОНИНЫ

Сапонины – это стероидные гликозиды, не относящиеся к кардиоактивным (Д. Дэвис, Д. Лжованелли, Т. Рис, 1966). В соевой муке эти вещества составляют от 0,5 до 2,2 %. По данным «Интер-соя», около 30 % от общего количества сапонинов находится в оболочке (URL:http://www. COYA/Интер-соя 11. htm-160).

В переводе с латинского языка «sapo» означает «мыло». При потреблении сапонины выполняют ту же очистительную роль. Они связывают молекулы холестерина в микроскопические шарики, которые затем смываются со стенок сосудов. Тем самым они снижают уровень холестерина в крови, уменьшая риск склеротических поражений сосудов. Ученые отмечают *антираковые свойства этих веществ* (Е.Н. Артёмова, 1999).

Сапонины образуют пену, придают семенам горьковатый вкус и оказывают гемолитическое воздействие на красные кровяные тельца. Однако некоторые исследователи полагают, что их роль как антипитательного фактора сои невелика, так как при тепловой обработке семян сапонин гидролизуется в нетоксичный сапогенин (С.В. Мартынов, 1984; И.П. Салун, Н.П. Просандеева, 1970; С. Монари, Д. Уайзмен, 1993).

Сапонины известны своей высокой поверхностной активностью. Они стабилизируют пены и эмульсии. Согласно исследо-

ваниям Артёмовой Е.Н. (1999), по участию в пенообразовании и эмульгировании растительные компоненты можно расположить по убыванию активности в следующей последовательности: сапонины, белки, пектины, сахара, бетанины.

Пюре из вареной сои, полученное по предложенному ею способу, эмульгирует растительные масла в 2–2,5 раза больше, чем пюре из свеклы, моркови, капусты. Использование соевого пюре в технологии производства майонезов позволило получить высококачественные соусы без участия не только яичного порошка, но и сухого обезжиренного молока, которые полностью исключены из рецептур. Пенообразующие свойства пюре из сои нашли эффективное применение в технологии бисквитных полуфабрикатов. Использование пюре позволило полностью исключить яичные желтки из традиционной рецептуры бисквита.

3.9. МИНЕРАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Минеральные элементы являются незаменимыми нутриентами, которые не вырабатываются организмом человека и должны быть получены с пищей. Они не обладают энергетической ценностью, но роль их в различных обменных процессах организма чрезвычайно важна и разнообразна.

Они участвуют в построении костной ткани, регуляции водно-солевого и кислотно-щелочного равновесия, входят в состав ферментных систем. Однако в больших количествах они могут проявлять токсические свойства, поэтому содержание некоторых минеральных веществ регламентируется в составе пищевых продуктов (В.М. Позднякoвский, 1999).

Сумму минеральных веществ (макро-, мезо- и микроэлементов), образуемую при сжигании живого организма, называют *золой.*

Эти элементы присутствуют в живом организме в различных формах: в прочном соединении с органическими веществами (S – в составе белков, P – в нуклеиновых кислотах, Fe – в гемоглобине, Zn и Cu – в молекулах ряда ферментов. Они встречаются и в виде нерастворимых отложений (Ca и P – в костях), а также в растворенном состоянии в тканевых жидкостях (катионы Na, K, Mg, Ca, анионы Cl, SO_4, PO_4). Микроэлементы: B, Mg, Zn, Cu, Mo, Co, Ni, Li, Se, I, Cl, Br, As входят в состав ферментов, витаминов, гормонов (А.А. Анисимов, А.Н. Леонтьева, 1986).

По данным ряда исследователей, в семенах сои содержание золы колеблется от 3,0 до 6,8 %. Оно зависит как от биологических особенностей сорта, так и условий выращивания (К.А. Степчков, Е.Н. Волков, 1965; Г.Т. Лавриненко, А.А. Бабич, В.Ф. Кузин, П.Е. Губанов, 1978; В.Г. Щербаков, 1991; В.С. Петибская, Е.Г. Ефремова, 2004). Причем в оболочке ее меньше (3,8 %), чем в семядолях (4,4 %) и зародыше (4,1 %) (С.В. Назаренко, 2001).

Поскольку роль каждого минерального элемента специфична, то представляло практический интерес выяснить насколько и каким образом семена сои отличаются от семян других бобовых и зерновых культур, какое воздействие на организм животных и человека они могут производить.

Сравнительный анализ показал, что в семенах сои значительно больше содержится калия (в среднем в 2–11 раз), кальция (4–15 раз), магния (2,4–3 раза), фосфора (1,4–2,3 раза), серы (1,8–4,3 раза), железа (1,8–8 раз), марганца (1,5–4 раза), кобальта (5,6–19 раз) и хрома (1,3–5,7 раза), чем в семенах гороха, фасоли, пшеницы, овса и риса. Но в них меньше натрия, меди, цинка и стронция.

Благотворно или отрицательно влияют отличия сои от других культур на организм человека и животных и насколько полезен минеральный состав сои, можно определить, зная значение каждого элемента в жизни живого организма.

Согласно заключению специалистов института питания РАМН, низкое содержание ***натрия*** при достаточно высоком обеспечении калием позволяет при использовании в диете продуктов переработки сои добиться диуретического эффекта без применения мочегонных фармакологических средств и в этом проявляются преимущества сои перед другими культурами.

Калий, кроме этого, обусловливает устойчивость многочисленных жизненных функций и прежде всего – нервных импульсов. Патологическое снижение концентрации калия во внеклеточ-

ной жидкости в результате изнурительной физической деятельности, диабета, хронических заболеваний почек и т. д., приводит к мышечной слабости, мозговым нарушениям, сердечной аритмии, а у детей к задержке роста (А.Х. Шеуджен, 2003,). Калий нормализует ритм сердца, способствует снижению давления крови, помогает при лечении аллергии, водянке, гипогликемии (Э. Минделл, 1997).

Суточная потребность в калии составляет 2,5–5,0 г. (Справочник по диетологии, 1981).

При гипертонии потребность в нем значительно возрастает.

Кальций содержится в организме человека в наибольшем количестве, чем любое другое минеральное вещество.

Кальций выполняет в организме разнообразные функции. Ионы кальция необходимы для осуществления процесса передачи нервных импульсов, сокращения мышц, формирования костной ткани, свертывания крови, а также достижения определенной степени устойчивости организма при действии аллергизирующих нагрузок, для повышения общей иммунобиологической реактивности организма (Е.Н Офицеров, В.Н. Зеленков, Л.А. Михеева, 2001). При дефиците кальция происходит замедление роста скелета. Вместе с фосфором он поддерживает в здоровом состоянии кости и зубы, способствует метаболизму железа в организме. Кальций и магний совместно способствуют здоровью сердечно-сосудистой системы.

Для того, чтобы лучше усваивался кальций в организме, в нем должно быть достаточное количество витамина Д (Э. Минделл, 1997).

Магний входит в состав ферментных систем организма. Он важен для метаболизма кальция, фосфора, натрия, калия и витамина С. Магний необходим для эффективного функционирования нервов и мышц, превращения сахара в крови в энергию, известен, как антистрессовое вещество, помогает в борьбе с депрессией, предупреждает сердечные приступы. При дефиците магния возникают судороги, нервно-мышечная возбудимость. Магний помогает предупредить отложение кальция, камней в почках и в желчном пузыре (Э. Минделл, 1997).

Таблица 25

Содержание минеральных веществ в семенах различных культур

Показатель	Соя		Горох	Фасоль	Пшеница	Овес	Рис
	диапазон	**Хср**					
Макроэлементы, мг/100 г							
Калий	1607–2780	**2193**	873	1100	325	421	202
Кальций	210–960	**585**	115	150	62	117	40
Магний	100–550	**325**	107	103	114	135	116
Фосфор	440–1090	**765**	329	541	368	361	328
Сера	214–480	**347**	190	159	100	175	80
Кремний	177–400	**289**	83	92	65	1000	1240
Мезоэлементы, мкг/100 г							
Натрий	6000–49000	**27500**	33000	40000	21000	37000	89000
Железо	7400–25700	**16550**	9400	5940	5260	5530	2090
Микроэлементы, мкг/100 г							
Бор	100–750	**425**	670	490	-	274	224
Марганец	2800–8000	**5400**	1750	1340	3700	5250	3630
Медь	100–500	**300**	750	580	530	600	560
Цинк	1800–2018	**1909**	3180	3210	2810	3610	1800
Кобальт	31,2–176	**104**	13,1	18,7	5,4	8,0	6,9
Хром	-	**16**	9,0	10,0	5,5	12,8	2,8
Йод	-	**8,2**	5,1	12,1	11,0	7,5	2,3
Стронций	-	**6,7**	80	-	203	121	-

К.А. Степчков, Е.Н. Волков, 1965; Г.Т. Лавриненко, А.А. Бабич, В.Ф. Кузин, П.Е. Губанов, 1978; Химический состав пищевых продуктов, 1979; Рекомендации СКНИИЖ, 1988; В.Г. Щербаков, 1991; В.С. Петибская, Е.Г. Ефремова, 2004

Фосфор, кальций, магний – взаимозависимы и должны находиться в определенном соотношении (1,5:1,0:0,7) для нормального функционирования организма (В. Преображенский, 2002). По данным, приведенным в книге «Пищевая химия» (2007), это соотношение – 1,3:1,0:0,5.

Согласно данным таблицы 25, в сое отношение этих элементов является достаточно близким – 1,3:1,0:0,6, и является оптимальным.

Фосфор участвует почти во всех химических реакциях в организме. Фосфорные соединения (АТФ) являются аккумуляторами энергии, активаторами умственной и физической деятельности человека. Фосфор важен для нормальной работы сердца, почек, передачи нервных импульсов, уменьшает боль при артритах, помогает сохранить в здоровом состоянии десны и зубы.

Фосфор в семенах сои входит в состав фитиновой кислоты, а она способна образовывать соли (***фитаты)*** не только с этими, но и другими минеральными элементами, содержащимися в пище (железом, молибденом, марганцем, медью). Все эти соли характеризуются низкой растворимостью и поэтому плохо всасываются и усваиваются организмом (В.Б. Толстогузов, 1987). Они локализованы в глобоидах белковых тел или алейроновых зернах (В.Г. Щербаков, 1991). В связи с этим некоторые исследователи вели поиск способов избавления от фитатов. Было обнаружено, что промывка подкисленной водой с *pH* 5,0 способствует удалению почти 75 % фитатов (K.C. Rhee, Y.R. Choi, 1981).

Но на сегодняшний день невозможно однозначно решить вопрос о вреде или пользе фитатов, так как в работах американских ученых иной взгляд на роль этих веществ. Они считают, что фитаты кроме избавления от свободных радикалов, предотвращают рак, укрепляя иммунную систему, путем увеличения активности клеток, способных атаковать и уничтожить раковые. Фитаты могут контролировать рост клетки, увеличивая тем самым ее устойчивость ко многим видам рака (М. Мессина и др.,1995).

Фитаты семян сои способны вступать в соединения с токсичными веществами и радиоактивными элементами, выводя их из организма. Исследования в этой области продолжаются.

Железо. Самой важной особенностью железа является то, что оно участвует в процессах кроветворения, входит в состав гемоглобина. При его дефиците появляется анемия и нарушения иммунной системы. По мнению Софи Ортега, железо, содержащееся в соевом молоке, лучше усваивается при добавлении витамина С и B_{12}. Потребность взрослого человека в железе 14 мг/сут.

Кобальт играет важную роль в процессах кроветворения, входит в состав витамина B_{12}, необходимого для нормального обмена веществ. При его дефиците развивается злокачественная анемия.

Суточная потребность в кобальте – 0,1–0,2 мг (Справочник по диетологии, 1981). Для ее удовлетворения нужно 120–300 г сои при полном отсутствии других источников кобальта в рационе.

По мнению В. Преображенского (2002), соя – редкая культура, содержащая витамин B_{12}.

Этот витамин может вырабатываться в организме человека и животных, но для этого необходимо, чтобы в рационе было достаточно кобальта. Сравнительный анализ показал (табл. 25), что в соевых семенах содержится самое большое количество этого элемента. Соя превосходит бобовые (горох и фасоль) по содержанию кобальта в среднем в 5,6–7,9 раза, а зерновые (пшеницу, овес, рис) – в 13–19 раз.

Бор связан преимущественно с углеводами органов и содержится во всех тканях человека и животных (А.Х. Шеуджен, 2003).

Марганец необходим для функционирования ферментов, участвующих в формировании костной и соединительной тканей, регуляции гликонеогенеза. Активно влияет на биосинтез холестерина, метаболизм инсулина. При его дефиците наблюдается ухудшение роста скелета, бесплодие.

Медь входит в состав ферментов: цитохромоксидазы, супероксиддисмутазы. Ежедневно организму человека требуется 2–3,5 мг этого элемента. Медь необходима для нормальной пигментации и кератинизации шерсти, формирования нервной ткани, остеогенеза, воспроизводительной функции, синтеза гемоглобина. Этот элемент необходим и для нормального развития костей (В.И. Георгиевский, 1979). При его недостатке происходит нарушение деятельности печени, вторичная анемия, слабость артерий (Пищевая химия, 2007).

Цинк необходим для нормального развития эмбриональных тканей, костеобразования, кроветворения. Он оказывает стабилизирующее действие на мембраны клеток живого организма (Б.Д. Кальницкий, 1985). Дефицит цинка обусловливает повреждение кожи, замедление роста и полового созревания (Пищевая химия, 2007).

Хром оказывает влияние на усвояемость глюкозы и уровень сахара в крови, вызывает снижение уровня холестерина в крови. По мере старения человека количество хрома в организме уменьшается. Дефицит хрома является причиной головных болей, невралгии, нарушения мышечной координации и репродуктивной функции у мужчин (Е. Романова, 2008). Предполагаемая потребность в хроме для взрослого человека составляет примерно 2,0–2,5 мг в сутки (Справочник по диетологии, 1981).

Йод. От обеспеченности животных и человека этим элементом зависит функция щитовидной железы и уровень синтеза тироидных гормонов. Суточная потребность в йоде около 3 мкг/кг массы человека (А.Х. Шеуджен, 2003). Содержание йода в растительных продуктах сильно зависит от количества его в почве.

Стронций. Существует мнение о том, что бобовые культуры, в том числе соевые семена способны в большей степени, чем семена зерновых культур, накапливать радиоактивные изотопы стронций-90 и цезий-137. Передвигаясь по биологическим цепям питания, они вступают в конкурентные взаимоотношения со своими химическими аналогами – кальцием и калием соответственно. Радиоактивные изотопы преимущественно концентрируются в нерастворимом остатке шрота. Поэтому полученный из него изолят белка содержит в 7 раз меньше стронция и в 30 раз меньше цезия, чем исходное зерно (Е.Ю. Фальк, Б.Б. Гительман, 1974; А.А. Кудряшева, 2001).

Радиологическими исследованиями, проведенными Ефремовой Е.Г, показано, что в семенах сои пяти различных сортов, выращенных в Краснодарском крае, и в продуктах их переработки (соевом молоке, сыре-тофу и окаре) стронций-90 и цезий-137 присутствуют в количествах, не превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК) (Е.Г. Ефремова, В.Д. Надыкта, Е.В. Щербакова, 2001).

Сортовое разнообразие семян сои по содержанию минеральных элементов

Для того чтобы иметь представление о сортовом разнообразии семян сои по содержанию минеральных элементов, были проанализированы сорта кубанской селекции с содержанием белка менее 42 % (Лань, Руно) и высокобелковые (Фора, Веста, Валента) с содержанием белка в семенах 44–48 % (табл. 26).

Результаты отчетливо показали, что высокобелковые содержат больше макро- и микроэлементов, чем обычные сорта сои.

Таблица 26

Содержание минеральных веществ в семенах различных сортов сои

Показатели	Сорт					Суточная потребность
	Лань	Руно	**Фора**	**Веста**	**Валента**	
Массовая доля золы, %	4,87	5,11	**5,49**	**5,51**	**5,58**	
Макроэлементы, мг/100 г:						
калий	1920	2340	**2360**	**2360**	**2780**	2500–5000
кальций	270	320	280	**360**	**470**	800–1000
магний	100	100	**200**	**200**	**200**	300–500
фосфор	480	560	**720**	**780**	**690**	1000–1500
Мезоэлементы, мг/100 г:						
натрий	32	37	**42**	**48**	**49**	4000–5000
железо	10	10	10	10	10	15
Микроэлементы, мкг/100 г:						
бор	100	100	**400**	**300**	**500**	–
марганец	6000	6000	**8000**	**8000**	**7000**	5000–10000
медь	100	100	**200**	**200**	**200**	2000

Следовательно, сорта Фора, Веста, Валента предпочтительны для производства соевых пищевых продуктов с целью восполнения дефицита минеральных элементов.

3.10. ВИТАМИНЫ

Витамины представляют собой группу сравнительно низкомолекулярных органических соединений разнообразного химического строения, которые присутствуют в пище в небольших количествах и выполняют в организме каталитические функции, играя большую роль в регуляции многих биохимических и физиологических процессов. Они не используются в качестве источников энергии (В.Л. Кретович, 1980; А.А. Анисимов, А.Н. Леонтьева, 1986).

Сейчас известно свыше 13 соединений, относящихся к витаминам. Различают собственно витамины и витаминоподобные соединения. Полная незаменимость последних не всегда доказа-

8 Заказ 079

на. К ним относятся биофлавоноиды (витамин Р), пангамовая кислота (витамин B_{15}), парааминобензойная кислота (витамин H_1), оротовая кислота (витамин B_{13}), холин (витамин B_4), инозит (витамин H_3), метилметионинсульфоний (витамин U), липоевая кислота, карнитин. (Пищевая химия, 2007).

Большинство из них не вырабатывается организмом человека (за исключением витамина Д, B_{12}, никотиновой кислоты) и должно поступать с пищей.

Отсутствие или недостаток в пище витаминов приводит к глубоким нарушениям обмена веществ и, как следствие, различным заболеваниям.

Растения существенно различаются по содержанию этих биологически активных веществ (табл. 27).

Таблица 27

Содержание витаминов и витаминоподобных соединений в семенах различных культур

Витамины, в 100 г семян	Соя[w]	Горох*	Пшеница*	Кукуруза*	Овес*
Жирорастворимые:					
Е (токоферолы), мг	**42–52,4**	9,10	6,50	5,50	2,80
А (β-каротин), мг	**0,21–0,45**	0,01	0,015	0,32	0,02
К (филлохиноны), мг	1,1–1,54	-	-	-	-
Водорастворимые:					
B_1 (тиамин), мг	**0,78–1,45**	0,81	0,37	0,38	0,48
B_2 (рибофлавин), мг	**0,31–0,42**	0,15	0,10	0,14	0,12
B_3(пантотеновая к-та), мг	**1,28–2,28**	2,20	1,20	0,60	1,0
B_6 (пиридоксин), мг	**0,51–0,64**	0,27	0,60	0,48	0,26
РР (ниацин), мг	1,97–3,08	2,20	4,94	2,10	1,5
В4 (холин), мг	**245–297**	200	94,0	71,0	110
Н (биотин), мкг	**32,0–48,0**	19,0	11,60	21,0	15,0
Фолиевая кислота, мкг	**124–134**	16,0	46,0	26,0	27,0

[w] – В.С. Петибская, Е.Г. Ефремова, 2004; Л.А. Кучеренко, С.Г. Ефименко, В.С. Петибская, Т.Н. Прудникова, 2008.

* – Химический состав пищевых продуктов, 1979.

Мы провели анализ содержания жиро- и водорастворимых витаминов в семенах сои различных сортов и установили, что они превосходят семена гороха и зерновых культур по содержанию практически всех витаминов, кроме ниацина (витамина РР).

Определили сортовые различия по содержанию витаминов между обычными по содержанию белка и высокобелковыми сортами сои (табл. 28).

Они свидетельствуют о том, что высокобелковые сорта Фора, Веста, Валента накапливают больше, чем обычные сорта Лань, Руно витамина B_1 – в среднем на 51 %, B_2 – на 29 %, B_3 – на 72 %, аскорбата натрия – на 64 %, РР – на 57 %, в-каротина – на 29 %, но меньше биотина –на 34 %, холина – на 11 %, витамина К – на 27 %, витамина Е – на 3,2 %.

Таблица 28

Содержание витаминов в семенах различных сортов сои

Витамины, в 100 г	Сорт				
	обычный		**высокобелковый**		
	Лань	Руно	**Фора**	**Веста**	**Валента**
B_1 (тиамин), мг	0,91	0,78	**1,27**	**1,11**	**1,45**
B_2 (рибофлавин), мг	0,32	0,31	**0,42**	**0,40**	**0,40**
В3 (пантотеновая к-та), мг	1,28	1,34	**2,25**	**2,25**	**2,28**
B_6 (пиридоксин), мг	0,64	0,62	**0,51**	**0,51**	**0,58**
РР (ниацин), мг	1,98	1,97	**3,08**	**3,10**	**3,10**
С (аскорбат натрия), мг	14,6	18,90	**27,30**	**27,00**	**27,30**
Е (токоферолы), мг	51,0	54,7	**55,4**	**49,8**	**48,4**
А (β-каротин), мг	0,28	0,21	**0,26**	**0,24**	**0,45**
К (филлохиноны), мг	1,45	1,54	**1,16**	**1,10**	**1,28**
B_4 (холин), мг	297	264	**260**	**245**	**251**
Н (биотин), мкг	48,0	44,0	**32,0**	**39,0**	**32,0**
Фолиевая к-та, мкг	130,8	130,0	**124,0**	**134,0**	**132,0**

Таким образом, природой обусловлено благоприятное сочетание в соевом зерне высокого содержания белка с повышенным содержанием витаминов группы В (B_1, B_2, B_3, B_6), антиоксидантных витаминов А и С. В то же время, повышенная масличность семян сочетается с более высоким содержанием жирорастворимых витаминов Е, К, а также витаминов B_4 и Н.

Жирорастворимые витамины

Витамин Е. К группе витамина Е относятся α-, β-, γ-, δ-токоферолы и α-, β-, γ-, δ-токотриенолы (Пищевая химия, 2007). Обладая витаминной (антистерильной и антидистрофической) активностью, они также являются сильными естественными антиоксидантами, препятствующими перекисному окислению липидов путем инактивации свободных радикалов жирных кислот, защищая липидные структуры органоидов клеток семян от разрушения (Н.М. Эммануэль и др., 1961).

Установлено, что в растениях токоферолы находятся в виде смеси восьми близких по химическому строению форм: альфа-, бета-, гамма-, дельта-, эпсилон-, зет-, эта- и тета-токоферолы (А.В. Труфанов, 1959; Э. Минделл, 1997).

По мере снижения витаминной и возрастания антиоксидантной активности гомологи располагают в следующей последовательности: α-, β-, γ-, δ-, то есть α-токоферол обладает наибольшей Е-витаминной активностью, δ-токоферол – наибольшими антиоксидантными свойствами (А.В. Труфанов, 1959; И.И. Иванов, М.И. Мерзляк, Б.Н. Тарусов, 1975, A. Kamal-Elden et al., 1996; A.M. Lampi et al., 1999).

В процессе селекции новых сортов масличных культур при стремлении к повышению антиоксидантных свойств токоферолов семян или масла, наблюдалось существенное падение Е-витаминной активности.

Токоферолы являются соединениями, сопутствующими жиру (П.С. Попов, Н.С. Осик, 1981). Они синтезируются в зеленых частях растений (в хлоропластах листьев и стеблей), а также в зародышах семян. Особенно интенсивно синтез идет в молодых ростках.

Токоферолы являются биологически активными соединениями и играют значительную роль в обмене веществ человека и животных. Они предохраняют животных от бесплодия, снижают абортивность у самок и дегенерацию семенников у самцов, избавляют от мышечной дистрофии.

В организме человека они выполняют ряд важнейших функций: снижают число случаев сердечно-сосудистых заболеваний, предотвращают прилипание липопротеинов низкой плотности («плохого» холестерина) к стенкам артерий, ведущее к его накоплению и блокированию кровотока. В то же время витамин Е снижает содержание триглицеридов крови и повышает количество липопротеинов высокой плотности («хорошего» холестерина), очищающего артерии, не дает образовываться тромбам, способствует защите организма от атеросклероза и преждевременного быстрого старения клеток организма. Он влияет на воспалительные процессы в тканях, климактерические симптомы, катаракты, рак и заболевания бронхов. Была показана его способность облегчать болезнь Альцгеймера, диабет, а также улучшать иммунную функцию. Витамин Е защищает витамин А от свободных радикалов и оба они являются важным фактором для хрусталика и сетчатки глаза, предотвращают образование катаракты (Р. Аткинс, 2000; К. Обербайм).

Источником этих веществ являются продукты питания. Большое количество токоферолов обнаружено *в масле* зародышей пшеницы (250 мг/100 г) и кукурузы (140 мг/100 г) (F. Schahidi, 1997).

Значительно меньше этих веществ содержится *в масле* семян ряда масличных культур: подсолнечника – 66,3 мг/100 г; рапса – 58,5; кунжута – 54,4; льна – 46,8; горчицы – 41,3; арахиса – 37,1; мякоти оливок – 11,1 мг в 100 г масла (F. Scha-hidi, 1997).

В таблице 27 приведен сравнительный анализ содержания витаминов в семенах бобовых и зерновых культур. Он свидетельствует о том, что в семенах сои накапливается токоферолов больше, чем в горохе в 5 раз, пшенице – 7, кукурузе – 8,5, овсе – 16,7 раза.

В научной литературе сведения о содержании и особенно компонентном составе токоферолов соевых семян скудны или разрозненны. Поэтому для исследования Кучеренко Л.А., Ефименко С.Г., Петибская В.С., Прудникова Т.Н. (2008) взяли большой набор дикорастущих форм и сортов современной отечественной и зарубежной селекции. Определили не только общее содержание, но и компонентный состав токоферолов (приложение 2 и табл. 29).

Таблица 29

Общее содержание и состав токоферолов в семенах сои, мг/100 г

Сортообразец	Общее содержание		Формы токоферолов					
			α		γ		δ	
	диапазон	**Xср.**	диапазон	**Xср.**	диапазон	**Xср.**	диапазон	**Xср.**
Дикорастущий	25,1–38,3	**33,3**	5,9–11,7	**7,9**	11,3–28,5	**22,2**	2,2–5,0	**3,2**
Полукультурный	25,0–55,3	**39,4**	10,0–23,2	**14,6**	12,2–24,3	**19,6**	2,8–7,8	**5,2**
Культурный: ***Целевого назначения:***								
Мелкосемянный	45,2–50,7	**47,9**	5,9–12,7	**9,3**	28,4–28,5	**28,5**	9,6–10,8	**10,1**
Зеленосемянный	36,9–48,4	**42,6**	14,0–19,4	**16,7**	19,2–24,2	**21,7**	3,7–4,8	**4,2**
Овощной	43,5–47,7	**45,6**	16,5–17,2	**16,8**	21,8–22,4	**22,1**	5,2–8,1	**6,5**
Отечественной селекции: **кубанский:**								
Обычный	44,8–55,5	**52,1**	11,8–19,4	**16,6**	19,8–30,0	**27,2**	6,4–11,4	**8,3**
Специальный	48,4–59,9	**52,4**	18,4–24,6	**20,8**	23,2–28,1	**25,1**	5,5–7,2	**6,5**
Дальневосточный	47,0–58,4	**51,7**	19,3–23,9	**20,8**	13,7–30,3	**21,6**	4,8–10,5	**6,7**
Зарубежной селекции:								
Американский	29,8–48,7	**37,9**	10,9-24,6	**15,1**	13,7–30,3	**19,4**	2,5–6,1	**3,4**
Французский	35,0–48,3	**38,4**	11,4–20,8	**14,0**	18,9–24,5	**20,2**	3,4–6,4	**4,2**

В результате проведенных экспериментов нами установлено, что у культурных сортов отечественной и зарубежной селекции в составе масла было 122–290 мг/100 г общих токоферолов, что соизмеримо с количеством этих веществ в масле кукурузы (140 мг/100 г) и пшеницы (250 мг/100 г). Поэтому **соя может быть альтернативным сырьем для получения этих биологически активных и ценных веществ, тем более что синтетические токоферолы не могут конкурировать с натуральными.**

У диких форм сои, вследствие их низкой масличности, по сравнению с культурными сортами, общее их содержание было наибольшим. В значительной степени преобладали γ-токоферолы (приложение 3 и табл. 30).

Таблица 30

Общее содержание и состав токоферолов в масле семян сои

Сортообразец	Масличность, %	Токоферолы в масле, мг на 100 г масла							
		общее содержание		форма токоферола					
				α		γ		δ	
		диапазон	**Xср.**	диапазон	**Xср.**	диапазон	**Xср.**	диапазон	**Xср.**
Дикорастущий	11,3	205–372	**305,0**	53,7–92,9	**69,9**	131,2–230,8	**205,4**	20,1–48,3	**29,7**
Полукультурный	17,5	160–285	**230,0**	64,2–119,8	**85,0**	78,7–138,6	**115,2**	17,6–39,9	**29,8**
Культурный: ***Целевого назначения*:**									
Мелкосемянный	19,9	213–263	**238,0**	27,8–65,7	**46,7**	134,2–147,4	**140,9**	49,9–51,0	**50,4**
Зеленосемянный	21,9	169–221	**195,0**	64,1–88,4	**76,2**	88,0–110,5	**99,2**	16,9–22,1	**19,5**
Овощной	21,9	190–227	**208,4**	72,2–81,7	**76,9**	95,0–106,7	**100,8**	22,8–38,6	**30,7**
Отечественной селекции: **кубанский:**									
Обычный	24,5	153–240	**208,0**	47,5–79,8	**66,2**	79,5–132,0	**108,9**	26,0–44,2	**32,9**
Специальные	20,2	224–290	**257,2**	89,7–109,0	**101,6**	117,5–145,0	**123,6**	26,8–37,7	**32,0**
Дальневосточный	20,9	221–275	**248,0**	90,0–122,0	**100,0**	101,7–132,0	**116,1**	24,3–49,5	**31,9**
Зарубежной селекции:									
Американский	22,2	122–252	**188,5**	48,8–108,4	**74,7**	62,2–135,8	**96,9**	11,0–27,2	**16,9**
Французский	23,0	151–215	**181,2**	49,7–92,4	**67,0**	81,5–106,7	**95,0**	15,1–27,6	**19,2**

В результате филогенеза и селекции в соевом масле увеличилось содержание β-токоферолов в 1,4 раза, δ-токоферолов в 1,7 раза.

Для целенаправленного отбора сырья с целью получения препаратов токоферолов, важно знать содержание этих веществ в масле современных сортов. Эти данные представлены в таблице 31.

Таблица 31

Содержание токоферолов в масле семян различных сортов сои, мг/100 г

Сорт	Общее содержание	Форма токоферолов		
		α	γ	δ
Сорта кубанской селекции				
Обычные				
Лира	210,0	58,7	107,1	44,2
Лань	210,0	79,8	102,9	27,3
Ника	180,0	55,8	93,6	30,6
Альба	225,0	65,2	121,5	38,2
Вилана	240,0	79,2	132,0	28,8
Высокобелковые				
Дельта	266,0	109,0	125,0	32,0
Веста	250,0	105,0	117,5	27,5
Лакта	244,0	89,7	107,5	26,8
Фора	256,0	97,2	122,9	35,9
Валента	290,0	107,3	145,0	37,7
Сорта дальневосточной селекции				
Приморская 56	275,0	93,5	132,0	49,5
Приморская 69	225,0	90,0	105,7	29,3
Уссурийская 559	221,0	95,0	101,7	24,3
Амурская	273,0	122,9	125,7	24,4
Сорта американской селекции				
Ходсон	214,0	92,0	107,0	15,0
Стайн 1380	185,0	62,9	101,7	20,4
Стайн 1980	145,0	62,3	69,6	13,1
Шуге	133,0	53,2	67,8	12,0
Сорта французской селекции				
Мажор	184,0	49,7	106,7	27,6
Голдор	168,0	72,2	80,6	15,2
Примор	151,0	54,4	81,5	15,1
Нуар	175,0	71,7	89,2	15,1

Сравнительное изучение общего содержания токоферолов показало, что масла сортов отечественной селекции имеют в 1,2 раза больше этих веществ, чем зарубежные. Кубанские и дальневосточные сорта превосходят зарубежные по содержанию α-токоферолов в 1,4 раза, β-токоферолов – в 1,2, δ-токоферолов – в 1,7 раза. Повышенное содержание всех форм токоферолов обеспечивает отечественным сортам более высокую Е-витаминную и антиоксидантную активность. Поэтому можно предположить, что масла, полученные из отечественных

сортов сои, будут более устойчивыми к окислению при хранении, чем масла сортов зарубежной селекции, выращенные в условиях Кубани.

Таким образом, для производства соевого масла предпочтительно использовать самые высокомасличные сорта традиционной кубанской селекции: Лира, Лань, Ника, Альба, Вилана, так как у них повышенная масличность сочетается с высоким уровнем содержания δ-токоферолов, обладающих наибольшими антиокислительными свойствами, обеспечивающими повышенную стойкость масла к окислению.

Для производства различных кормовых и пищевых продуктов из цельного зерна наиболее пригодны высокобелковые сорта кубанской селекции: Дельта, Веста, Лакта, Фора, Валента и дальневосточные: Приморская 56, Приморская 69, Уссурийская 559, Амурская, так как в них наибольшее содержание α-токоферолов, обладающих наивысшей Е-витаминой активностью, а также γ и δ-токоферолов, характеризующихся высокой антиоксидантной активностью.

Содержание суммы токоферолов в масле семян этих же сортов соизмеримо с содержанием их в масле зародышей кукурузы и пшеницы, из которых обычно получают натуральные токоферолы, поэтому высокобелковые кубанские и дальневосточные сорта могут быть альтернативным сырьем для получения препаратов этих биологически активных веществ, которые используются для маргаринов и спредов (Е306).

Витамин А – в растениях не синтезируется. Но у них образуются его предшественники – каротиноиды. Их структурные изомеры (α-, β-, γ-каротиноиды) способны превращаться в организме человека и животных в витамин А (ретинол) (А.А. Анисимов, А.Н. Леонтьева, 1986).

Будучи одним из антиоксидантов, витамин А необходим при сердечно-сосудистых заболеваниях, для репродуктивной функции, гормональной устойчивости у женщин, нормального роста, баланса сахара в крови, защиты от инфекций (Р. Аткинс, 2000). Отсутствие в пище витамина А приводит к нарушению роста, ослаблению зрения (куриной слепоте), пониженной стойкости к заболеваниям (В.Л. Кретович, 1980). Согласно нормам физиологи-

ческих потребностей для взрослого населения, суточная потребность составляет 900 мкг.

Обследование института питания РАМН показало, что 45 % населения России недостаточно обеспечены каротином (В.М. Поздняковский, 1999). И хотя в семенах сои содержание каротина не велико по сравнению с некоторыми овощами, но, в то же время, они превосходят другие бобовые и зерновые культуры по этому показателю (см. табл. 25).

Витамины Д ($Д_2$-эргокальциферол, $Д_3$-холекальциферол) регулируют фосфорно-кальциевый обмен, повышают сопротивляемость организма к инфекциям. Они содержатся преимущественно в рыбных продуктах, желтках яиц, говяжьей печени. В растительных продуктах он практически отсутствует, но в них имеется предшественник (провитамин) эргостерон, из которого в организме образуется витамин Д. Однако последние исследования показали, что соя является источником кальциферола (В. Преображенский, 2002). Суточная потребность составляет 2,5 мкг.

Витамин К (филлохиноны) – жирорастворимый витамин. Его синтез в растениях связан с их фотосинтетической функцией.

В организме человека этот витамин играет значительную роль в обмене веществ в костях, соединительной ткани и в работе почек. Он участвует в усвоении кальция и обеспечении взаимодействия кальция и витамина Д. В легких и сердце обнаружены белковые структуры, которые могут быть синтезированы только с участием витамина К. Суточная потребность в нем организма человека составляет 50–100 мкг.

Подсолнечное масло содержит небольшое количество витамина К, в то время как соевое и оливковое очень богаты им (К. Обербайм).

По нашим данным, в семенах сои содержится 1100–1540 мкг/100 г филлохинонов (В.С. Петибская, Е.Г. Ефремова, 2004).

Водорастворимые витамины

Витамин B_1 (тиамин) – играет важную роль в обмене веществ растений и животных. Он служит коферментом в двух важнейших типах ферментативных реакций (Б.П. Плешков, 1975).

Его называют витамином оптимизма. При недостатке его в организме появляется усталость, раздражительность, отсутствие аппетита, ухудшение сна, вялость, подавленность. Люди становятся забывчивыми. Возрастает опасность трудноизлечимой болезни Альцгеймера.

Ежедневно мы должны употреблять не менее 1 мг тиамина в сутки (1,2–2,1 мг). Он быстро усваивается в кишечнике и тут же с потоком крови устремляется в печень, где образует ферменты, которые участвуют в обменных процессах.

Пожилым людям, а также тем, кто постоянно испытывает стресс, пьет много кофе, чая, страдает от расстройства желудка и кишечника или повышенной температуры, требуются увеличенные дозы тиамина. Распространенность дефицита витамина B_1 среди взрослого населения России составляет в среднем 75 % (К. Обербайм; А.Н. Богатырев, И.А. Макеева, 2000; В.А. Тутельян, 2000).

Примерно 70–130 г сои обеспечит суточную потребность в этом витамине (см. табл. 27), в то время как пшеницы понадобится 270, кукурузы – 260 г. Высокобелковые сорта сои кубанской селекции имеют в 1,5 раза больше витамина B_1, чем обычные, традиционные.

Витамин B_2 (рибофлавин) – входит в состав окислительно-восстановительных ферментов. Он синтезируется только в растениях и некоторых микроорганизмах.

У людей, которые испытывают постоянно психические и физические нагрузки и стрессы, живущих в спешке и конфликтной ситуации значительно возрастает потребность в витамине B_2. Две трети населения западных стран в большей или меньшей степени страдают от нехватки рибофлавина. Особенно это касается старых и пожилых людей, из которых почти у каждого второго постоянно не хватает рибофлавина в крови. Он важен людям, занятым тяжелым физическим трудом, спортсменам (К. Обербайм; А.Н. Богатырев, И.А. Макеева, 2000). Рибофлавин улучшает деятельность зрительного анализатора, обеспечивая цветное зрение (Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, М.М. Эйдельман, 1989).

Норма физиологической потребности составляет 1,3–2,4 мг в сутки (В.М. Поздняковский, 1999).

По нашим данным, содержание рибофлавина в семенах сои в среднем в 2,5 раза больше, чем в горохе, в 3,7 – пшенице, в 2,6 – кукурузе, в 3 раза больше, чем в овсе (см. табл. 27). Среди изученных сортов сои повышенным содержанием этого витамина характеризуются высокобелковые сорта Фора, Веста, Валента (см. табл. 28).

Витамин B_3 (пантотеновая кислота) – входит в состав кофермента А. Она поступает в организм человека и животных с пищей, а также синтезируется кишечной микрофлорой, особенно *E. coli* (А.А. Анисимов, А.Н. Леонтьева, 1986). Физиологическая потребность для взрослого человека составляет 10–15 мг в сутки (В.М. Поздняковский, 1999).

Недостаточность пантотеновой кислоты у человека и животных проявляется в замедлении роста, потери массы тела, повреждении кожи, шерсти, выпадении волос, дегенеративных изменениях миелиновой оболочки спинного мозга, седалищного нерва (А.А. Анисимов, А.Н. Леонтьева, 1986).

Нами установлено, что из всех изученных сортов сои больше всего этого витамина содержится в высокобелковых сортах Фора, Веста, Валента (см. табл. 28).

Витамин B_6 (пиридоксин) играет исключительно важную роль в процессе обмена веществ, особенно в азотном обмене, так как он входит в состав активных групп ферментов, катализирующих реакции превращения этих веществ (Б.П. Плешков, 1975).

Он принимает участие в производстве красных кровяных телец, участвует в равномерном снабжении клеток глюкозой, обеспечивает баланс натрия и калия, водный баланс, рост волос, остроту зрения (К. Обербайм). При недостаточности пиридоксина происходит образование в почках кальций-оксалатных камней (Ленинжер, 1985). Дефицит среди взрослого населения России составляет 71 % (В.А. Тутельян, 2000). Потребность в нем – 1,8–2,0 мг/сутки. Соя превосходит по этому показателю горох в среднем в 2 раза, кукурузу – в 1,2, овес – в 2,2 раза (см. табл. 27).

Витамин B_9 (фолиевая кислота или фолацин) – предшественник коферментов, включающихся в обменные процессы. Он чрезвычайно важен для выработки в организме серотонина, который оказывает успокаивающее действие, обеспечивая здоровый сон, а также норадреналина, который дает ощущение радостного возбуждения, позволяя активно и динамично прожить день. Фолиевая кислота незаменима при производстве красных кровяных телец, для роста и синтеза нуклеиновых кислот (А.Н. Богатырев, И.А. Макеева, 2000). Она препятствует атеросклерозу и ожирению печени (В. Преображенский, 2002). Распространенность ее дефицита среди взрослого населения России достигает 60–90 % (В.А. Тутельян, 2000). Суточная потребность для взрослого человека составляет 200 мкг.

По нашим данным (см. табл. 28), 150 г сои может полностью удовлетворить потребности человека в этом витамине при отсутствии других источников.

Витамин PP (никотиновая кислота, ниацин) Известно свыше 100 ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные реакции, в состав которых входит ниацин.

У человека и животных при недостатке в пище витамина PP развивается пеллагра. Ведущий синдром болезни – дерматит. Другая группа симптомов – тяжелые расстройства органов пищеварения, расстройства нервной системы, вплоть до психических заболеваний. Ежедневная потребность человека в никотиновой кислоте – 15–25 мг (Б.П. Плешков, 1975; А.А. Анисимов, А.Н. Леонтьева, 1986).

Нами установлено, что в семенах сои обычных сортов содержится 2 мг, в высокобелковых – 3,1 мг витамина PP (см. табл. 28).

Витамин Н (биотин) содержит серу, принимает участие в превращениях некоторых аминокислот. Он входит в состав активной группы ферментов, катализирующих процесс карбоксилирования жирных кислот, то есть удлинения углеродной цепочки жирной кислоты (В.Л. Кретович, 1980).

Он требуется для синтеза гемоглобина. Важен для поддержания стабильного уровня сахара в крови, нормального состояния кожи (уменьшает проявления экземы и дерматита), а также волос (для предотвращения седины и профилактики облысения). При его недостатке появляются утомляемость, нервозность, раздражительность, мышечные боли (К. Обербайм; Э. Минделл, 1997).

Разные сорта сои отличаются по содержанию биотина. Так, в обычных сортах в среднем биотина в 1,4 раза больше, чем в высокобелковых сортах кубанской селекции.

Витамин B_4 (холин) является частью холестерина и лецитина. Из холина вырабатывается ацетилхолин – вещество, передающее нервные импульсы. Люди, испытывающие психологический стресс, расходуют вдвое больше холина, чем обычно. При нехватке холина начинается типичный старческий распад психики, отмирают целые колонии нервных клеток и их отростки – дендриты (К. Обербайм). Известно, что пища, содержащая большое количество холина, а также витамины группы В, особенно B_9 и B_{12}, может способствовать восстановлению разрушенных систем нервных клеток (Н. Самохина, 2006).

Согласно нашим данным (см. табл. 28), в семенах сои содержится 245–297 мг холина. В сортах с повышенным содержанием масла его больше, чем в высокобелковых семенах. Следует отметить, что в семенах сои содержится больше холина и витаминов группы В, чем в зерновых культурах (см. табл. 27).

Витамин С (аскорбиновая кислота). Является антиоксидантом, участвует в образовании норадреналина.

Содержание большинства витаминов значительно увеличивается при прорастании семян: каротина – в 3,5 раза, B_2 и B_6 – в 2,5–3,0, РР – в 2, С – в 10 раз (Г.Т. Лавриненко, А.А. Бабич, В.Ф. Кузин, П.Е. Губанов, 1978). Этим свойством широко пользуются в Китае для приготовления салатов из ростков сои (К.А. Степчков, Е.Н. Волков, 1965).

Таким образом, наличие в одном продукте таких ценных компонентов (водо- и жирорастворимых витаминов) является уже достаточным основанием для использования сои в кормлении животных и в повседневном рационе для людей, тем более что тысячелетняя традиция использования сои в питании и современные технологии производства соевых продуктов позволяют в полной мере избавиться от антипитательных веществ и еще более повысить ее пищевую ценность.

4. ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕМЯН

Наряду с химическим составом большое значение при оценке качества сои, предназначенной для технологической переработки, имеют натура, размер, форма, выравненность, цвет, масса семян, содержание семенной оболочки, удельная масса семян, а также степень набухания, твердосемянность и выход сухих веществ после экстракции их водой.

Недостаточное представление о качестве семян различных сортов сои не дает возможности обоснованно отбирать их для переработки в той или иной отрасли пищевой промышленности, что существенно отражается как на качестве готовой продукции, так и экономической эффективности производства.

По назначению сорта сои классифицируют как масличные, кормовые и пищевые. Для масличных сортов наибольшее значение имеют содержание и качество масла, в то время как физические параметры не столь существенны.

Для сортов кормового назначения основную роль играют содержание белка и уровень активности ингибиторов трипсина жмыха или шрота.

Требования к сортам пищевого использования наиболее строги. В данном случае помимо повышенного содержания белка и низкой трипсинингибирующей активности (ТИА) важную роль играют крупность, выравненность, форма, запах, цвет, вкус, консистенция семян после варки, доля семенной оболочки, величина набухания семян, твердосемянность, выход сухих веществ после экстракции водой.

Информация о физических параметрах семян сои важна при транспортировке, отработке технологических режимов и оценке эффективности их использования.

Известно, что при транспортировке сои наиболее существенным показателем является ***натура семян***, которая зависит не только от наличия сорной примеси, но и от формы соевого семени, его плотности и выравненности. Округлое семя укладывается плотнее, а удлиненное более рыхло. Чем больше удельная масса семян, тем больше натура. Диапазон изменчивости на-

туры семян довольно широк: 690–820 кг/м^3 (С.В. Назаренко, 2001; В.П. Токарев, 1972). Натура семян (или насыпная плотность) – это отношение суммарной массы слоя семян (М) к его объему, равному сумме объемов, занимаемых всеми зерновками слоя (Vзер.) и промежутков между ними, занимаемых воздухом (Vвозд.).

$$Н = М: (Vзер.+ Vвозд.).$$

Натура семян сои даже при одинаковой влажности, но при разном способе укладки может различаться от 650 до 850 кг/м^3. Для сортов, выращенных в Краснодарском крае, этот показатель колеблется в пределах от 690 до 755 г/л (В.П. Токарев, 1972; С.В. Назаренко, 2001).

Плотность семян (удельная масса) – это отношение массы семени к его объему. Для сортов и перспективных линий ВНИИМК этот показатель колеблется от 1,07 до 1,29 г/см^3. Плотность семян в наибольшей степени зависит от их химического состава. Чем больше содержание белка и меньше масла и влаги, тем выше плотность семян. Коэффициент корреляции между удельной массой и содержанием белка в семенах в нашем эксперименте составил 0,68.

Выравненность семян важна не только для транспортировки. Она играет важную роль в выходе и формировании качества готовой продукции. Так, при переработке семян, выравненных по величине, получается мука более высокого качества и в большем количестве. Семена, имеющие хорошую выравненность, развариваются одновременно, что повышает их усваиваемость и вкусовые достоинства готового продукта (Г.Г. Рыжков, П.М. Шеврыгин, 1989).

Для того, чтобы иметь представление о выравненности семян, мы замеряли длину, ширину и толщину 10 семян каждого образца. Рассчитывали среднее значение. Для каждого образца выявляли максимальное отклонение от средней величины длины, ширины, толщины и выражали его в процентах. Чем меньше отклонение от среднего значения показателя имеют семена того или иного сорта, тем больше его выравненность. Данные приведены в таблице 32.

Таблица 32

Размеры и выравненность семян различных сортов сои

Сорт	Линейные размеры семян, мм			Максимальное отклонение от средней величины, %			Среднее отклонение по линейным размерам, %
	длина	ширина	толщина	длины	ширины	толщины	
Ходсон	7,4	7,1	5,5	24,3	19,7	14,5	19,5
Юг-30	7,6	5,8	4,9	25,0	20,7	16,3	20,7
Лань	6,8	6,1	5,6	10,3	14,8	19,6	14,9
Руно	7,3	5,7	5,0	26,0	17,5	24,0	22,5
Вилана	7,4	6,5	5,7	28,4	13,8	7,0	16,4
Фора	9,1	8,3	6,3	5,5	6,0	15,9	9,1
Веста	9,3	7,6	6,3	23,2	15,8	4,8	14,6
Л-784	7,0	5,7	4,4	30,0	21,1	25,0	25,4
Лакта	8,3	7,4	6,1	28,9	18,9	9,8	19,2
Валента	7,1	6,0	4,9	12,7	18,3	36,7	22,6

Наибольшей выравненностью характеризуются семена сортов Фора, Веста, Лань, так как имеют сравнительно небольшие максимальные отклонения в среднем по линейным размерам зерна (менее 15 %). Наименее выравнены семена новой селекционной линии Л-784, сортов Руно и Валента, у которых максимальные отклонения составляют свыше 20 %.

Крупность семян имеет значение при изготовлении консервов из натуральной (цельной) сои. При выборе сырья следует учитывать, что этот показатель сильно изменяется в зависимости от места произрастания и года, но вместе с тем, сортовые различия, сохраняются достаточно хорошо, если растения выращиваются в одинаковых условиях. (В.Б. Енкен, 1959). Понятие крупности семян включает такие показатели как масса 1000 семян, их длина и ширина. Наиболее ранняя классификация представлена в работе В.Б. Енкен (1959) (табл. 33).

Существует и такое понятие как «коэффициент величины семян», который представляет собой произведение длины на ширину и толщину семян. Он также позволяет условно разгруппировать семена по крупности.

9 Заказ 079

Таблица 33

Группы семян по крупности

Группа	Масса 1000 семян, г	Длина, мм	Ширина, мм
Очень мелкие	40–90	5,7–6,5	4,5–6,0
Мелкие	100–140	6,8–7,6	5,0–6,2
Средние	150–200	7,5–8,5	6,0–7,0
Крупные	210–250	8,0-9,2	7,0–8,0
Очень крупные	260–300	9,5–11,0	9,0–9,5
Исключительно крупные	310–425	12,0–14,0	9,0–10,0

В таблице 34 представлены данные о крупности современных сортов сои с учетом двух классификаций.

К мелким сортам относятся те, у которых «коэффициент величины семян» находится в пределах 150–230, средним – 230–300, крупным – 300–450, очень крупным – свыше 450.

Таблица 34

Крупность некоторых современных сортов сои

Крупность	Сорт, линия	Масса 1000 семян, г	Коэффициент величины семян (l · d · h)
Мелкие	Л-784	109	176
	Валента	129	209
	Руно	135	208
	Лань	140	232
Средние	Юг-30	143	239
	Вилана	155	274
	Ходсон	179	289
Крупные	Лакта	209	375
	Веста	245	445
Очень крупные	Фора	286	476

Согласно данным таблицы 36, современные сорта превосходят дикорастущую сою по массе семян максимально до 40 раз. У сортов современной селекции этот показатель чаще всего находится в пределах 100–300 г (за исключением мелкосеменных сортов, специально предназначенных для производства соевых проростков). В исключительных случаях масса 100 семян сои может достигнуть 425 г. Современные сорта по крупности относятся в основном к трем группам: мелкие, средние и крупные (табл. 34).

Особо важную роль при изготовлении многих соевых продуктов играет ***доля семенной оболочки.*** Если она велика**,** то это приводит к снижению выхода готовой продукции. У современных сортов этот показатель колеблется в пределах 5,5–10,5 %. По нашим данным, между массой семян и долей семенной оболочки проявляется высокая отрицательная зависимость. Удаление оболочки в самом начале технологического процесса обработки семян позволяет повысить биологическую ценность конечного продукта.

Окраска семени, рубчика и пигментация зависят от пигментов, находящихся главным образом в полисадном слое.

Черная и коричневая окраска обусловлена антоцианом или близким к нему пигментом (В.Б. Енкен, 1959). Окраска семенной оболочки имеет значение при производстве некоторых пищевых продуктов. Из семян сои, имеющих коричневую или черную пигментацию оболочки и темно окрашенный рубчик невозможно получить муку, молоко, сыр, консервы с привлекательным товарным видом. Требуются дополнительные затраты для удаления семенной оболочки. Для производства этих продуктов предпочтительны сорта с равномерной светлой окраской семени без пигментации.

Очень редко, но все же, встречаются семена с зеленой окраской не только оболочки, но и тканей семядолей. В таком случае они напоминают зеленый горошек. Во ВНИИ масличных культур проводилась работа по созданию сортов с зеленой окраской оболочки и семядолей, которые могут представлять интерес для консервной промышленности при создании консервов типа «зеленого горошка».

Блеск семян. При лежании на свету или при повышенной влажности блеск свежих семян быстро исчезает. Обычно матовые семена характерны для крупносеменных форм Кореи и Японии, сильно блестящие образцы в большинстве своем встречаются среди сортов Северо-Восточного Китая (В.Б. Енкен, 1959).

Растрескиваемость оболочки семян. Полагают, что этот признак иногда передается по наследству. Встречаются формы, у

которых оболочка представляет собой как бы сетку, облегающую семядоли. Этот признак усиливается в годы с резкими переходами от влажных периодов к сухим (В.Б. Енкен, 1959).

При изготовлении продуктов, требующих предварительного замачивания семян в воде (консервов, молока, сыра), существенным негативным фактором является ***твердосемянность,*** которая показывает, какой процент семян остается не набухшим после замачивания. Твердые семена снижают выход и качество готовой продукции. По поводу причин твердосемянности в научной литературе имеются противоречивые данные. Большинство авторов считает, что этот признак закреплен наследственно. Другие полагают, что он, скорее всего, связан с фазой зрелости, влиянием климата, почвенных условий. Наши данные показали, что этот признак зависит от взаимодействия генотип-среда. Есть сорта, у которых в различных климатических условиях этот признак не проявляется или весьма незначителен: 0–2 % (Т-245, ВИР 6552, Фора, Лань), другие резко увеличивают его в условиях засухи: 5–35 % (Юг-30, Руно).

Величина набухания семян – это способность максимально поглощать и удерживать воду при замачивании. Этот показатель можно выразить в процентах как отношение прироста биомассы семян после замачивания к массе исходных воздушно – сухих семян.

Расчет производится по формуле:

$$X= [(a-b) г 100]: b,$$

где, X – величина набухания в процентах;

a – масса семян после замачивания в избытке воды в течение суток, г;

b – масса исходных воздушно-сухих семян, г.

Величину набухания семян следует учитывать при производстве консервов из цельной сои. От этого показателя зависит выход и качество готовой продукции. Величина набухания районированных в Краснодарском крае сортов в нашем эксперименте колебалась от 90 до 160 %. Она была обусловлена как генетическими особенностями сорта, так и условиями их выращивания. Наибольшую величину набухания имели сорта Фора, Веста и особенно Валента, имеющие повышенное содержание белка в семенах, наименьшую – Лира и Вилана с повышенной масличностью. И это логично, так как белки – гидрофильны, масло – гидрофобно.

В результате проведенного эксперимента было выявлено, что различные сорта сои при равных условиях замачивания в воде достигают максимальной величины набухания за разный промежуток времени. Так у сорта Лира максимальное насыщение семян водой при температуре 25 °С произошло через 14 часов от начала замачивания, у сортов Фора, Веста, Валента, Вилана – через 18 часов. Замачивание при температуре 20 °С замедляет процесс поглощения воды у этих сортов до 20–24 часов.

По данным Енкена В.Б. (1959), при температуре 15 °С полное набухание происходит через 48 часов, при 1 °С – через 62 часа.

После максимального поглощения воды семенем начинаются процессы гидролитического распада запасных веществ и синтез новых. При температуре 25 °С уже через 20–24 часа после начала замачивания семян в воде, у всех сортов наблюдалось образование вегетативных органов нового растения. В дальнейшем масса и величина проростков увеличивались.

Выход сухих веществ после экстракции измельченных семян водой играет определяющую роль при получении соевых молочных продуктов. Чем выше этот показатель, тем питательнее и вкуснее молоко, а также больше выход сыра из него.

Для того, чтобы правильно осуществить выбор сырья для переработки, необходимо знать, в какой степени сорта различаются по этим признакам и какой сорт будет предпочтительным для производства той или иной продукции.

Сравнительный анализ полученных экспериментальных данных (табл. 35) показал, что величина набухания семян в изученных сортах колеблется от 219 до 240 %.

Она положительно связана с массой 1000 семян (r = 0,96), с содержанием белка в них (r = 0,77) и отрицательно с масличностью (r = -0,76). Самая большая величина набухания (240 %) отмечена у сорта Фора. По этому показателю она превысила сорт-стандарт Ходсон на 21 %. Самый высокобелковый и крупносеменной образец Т-245 немного уступает сорту Фора по величи-

не набухания лишь только потому, что имеет более толстую по сравнению с ней оболочку семени. Чем больше доля оболочки в семени, тем меньше величина набухания (r = -0,79). Следовательно, величина набухания семян сои – интегральный показатель, зависящий как от массы семенной оболочки, так и от количества гидрофильных веществ в семенах.

Таблица 35

Физико-химические характеристики семян различных сортов сои

Сорт	Масса 1000 шт., г		Доля оболочек, %	Величина набухания, %	Выход сух. вещ. %	Содержание, %	
	семян	оболочек				белок	масло
Ходсон	151,1	12,7	8,40	219	8,2	37,38	21,42
Фора	291,1	19,3	6,63	240	9,1	43,13	15,35
Юг-30	202,9	15,5	7,63	226	8,5	38,52	22,12
Т-245	295,3	22,6	7,65	235	9,3	44,68	15,79
НТИА-2	170,1	13,3	7,82	226	8,7	38,04	19,05
Руно	155,9	12,5	8,02	222	8,7	38,50	21,70
Лань	166,9	13,3	7,97	223	8,6	41,72	20,08
ВИР 6552	164,4	12,1	7,36	222	6,9	40,37	17,23

Выход сухих веществ после экстракции их водой колебался от 6,9 (ВИР 6552) до 9,3 (Т-245). В данном эксперименте наибольшим выходом сухих веществ характеризовались сорта, отличающиеся наибольшей массой семян (r = 0,60) и содержанием в них белка (r = 0,40). Однако связь между этими показателями была несущественной на 5%-ном уровне значимости. Видимо немалую роль играет экстракция водорастворимых углеводов, содержание которых не учитывалось в данном эксперименте. *Поэтому* ***при селекции сортов, предназначенных для получения молока и сыра, целесообразно проводить оценку семян не по содержанию водорастворимых и гидрофильных компонентов, а по интегральному показателю – «выходу сухих веществ, экстрагируемых водой».***

Мы проследили эволюцию ряда физических признаков семян сои от дикорастущих форм, полукультурных и культурных сортов отечественной и зарубежной селекции и установили, что самые большие изменения имели место в массе и окраске семени (табл. 36).

Масса 1000 семян увеличилась примерно в 40 раз, доля семенной оболочки снизилась в 4,6 раза. Окраска менялась в та-

Таблица 36

Физические параметры дикорастущих, полукультурных и культурных форм сои

Сортообразец	Внешний вид семян	Масса 1000 семян, г		Доля семенной оболочки, %		Твердосемянность, %	
		диапазон	$\bar{x}$	диапазон	$\bar{x}$	диапазон	$\bar{x}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Дикорастущий		5,0–22,4	**14,0**	15,5–28,8	**22,2**	73,5–94,0	**83,8**
Полукультурный		41,2–96,7	**69,0**	12,7–13,6	**13,2**	0–31,5	**15,8**
Культурный:	Целевого назначения						
Мелкосеменной		67,3–73,2	**69,0**	8,4–8,6	**8,5**	0	**0**
Зеленосеменной		104,8–105,2	**105,0**	10,0–10,1	**10,1**	0–0,5	**0,3**
Овощной		134,8–220,2	**177,0**	6,2–8,2	**7,2**	0–1,5	**0,8**
Отечественной селекции:		кубанский:					
Обычный		89,7–143,2	**117,0**	6,9–9,8	**8,4**	0–11,0	**5,5**

Продолжение таблицы 36

1	2	3	4	5	6	7	8
Специальный		117,0–211,0	**164,0**	6,8–8,5	**7,7**	0–4,0	**2,0**
Дальневосточный		69,8–155,4	**113,0**	7,3–10,3	**8,8**	0–1,0	**0,5**
Зарубежной селекции:							
Американский		93,0–120,9	**107,0**	8,8–9,1	**9,0**	0–0,5	**0,3**
Французский		107,0–175,0	**141,0**	7,4–9,4	**8,4**	0–26,0	**13,0**

кой последовательности: от черной, коричневой, бурой, зеленой, пигментированной, бежевой и до светло-желтой.

Семена дикорастущих форм не могли быть использованы в пищу не только потому, что имели непривлекательный внешний вид, небольшую массу семян и высокую долю семенной оболочки, главное то, что не все семена поглощали воду при замачивании в воде. Их твердосемянность, то есть доля семян, не набухших при замачивании в воде даже в течение трех суток, достигала 74–94 %.

Среди полукультурных уже встречается коричневая окраска семени, а масса 1000 штук достигает 41,2–96,7 г, доля семенной оболочки в среднем снизилась до 13,2 %, твердосемянность – до 31,5 %. Даже появились образцы, у которых твердосемянность не проявлялась.

Культурная соя, а именно современные сорта отечественной и зарубежной селекции, существенно отличается от своих предковых форм по всем параметрам. В основном семена имеют светлую окраску (большинство из них без пигментации), масса 1000 штук колеблется от 67,3 г у мелкосеменных сортов, предназначенных для получения соевых проростков, до 220 г – у овощных сортов. Доля семенной оболочки колеблется в пределах 6,2–10,3 % и находится в обратной корреляционной связи с массой семян (r = -0,78). Твердосемянность имеет широкий диапазон варьирования от 0 до 26 % и не коррелирует с другими признаками.

Органолептические показатели (вкус, запах, внешний вид, консистенция) *также важны при производстве некоторых видов соевой продукции.*

Окраска семени, рубчика и пигментация имеют значение при производстве соевой муки, молока, консервов. Предпочтительны сорта с равномерной светлой окраской семени без пигментации: Юг-30, Вилана, Фора, Веста, Лакта (табл. 37).

Вкус соевых семян определяется составом и соотношением ряда аэрирующих веществ. Продукты, полученные из бобовых, обладают различными привкусами. Основные из них: бобовый, горький, ореховый и сладкий. Кроме того, они могут иметь привкус травы, плесени, затхлости, сырых бобов, картона, мела. Сладкий привкус образуется при расщеплении жиров и освобождении глицерина, травянистый привкус обусловлен наличием в продуктах карбонильных соединений, основные из которых этилвинилкетоны, н-гексаналь, 3-цис-гексаналь, н-пентилфуран. Этилвинилкетон – летучее соединение. Оно образуется из линолевой кислоты под действием липоксидазы (липоксигеназы). Было установлено, что вымачивание бобов в 1%-ном растворе $NaHCO_3$ ослабляет их специфический привкус. Горький привкус сои появляется в результате автоокисления продуктов расщепления жирных кислот, присоединенных у сои к фосфатадилхолину. Следует отметить, что липиды, придающие такие привкусы, как бобовый, горьковатый и травянистый, составляют 0,02 % от общего содержания липидов и не экстрагируются смесью пентал-гексан, однако их можно удалить путем экстракции водным этанолом и азеотропной смесью гексан-этанол (С.К. Арора, 1973; Химия и биохимия бобовых растений, 1986).

Чем больше вкус вареных семян приближается к молочному или зерновому и менее всего имеет бобовый привкус, тем выше потребительские качества соевой продукции.

Запах семян сои и продуктов ее переработки весьма специфичен и не всегда приятен. Он обусловлен наличием нескольких

десятков летучих веществ, имеющих различный химический состав. Это, как правило, спирты, сложные эфиры, кетоны, альдегиды, пиразины, серусодержащие соединения. Так, из соевого творога выделены и индентифицированы 111 летучих соединений, составляющих запах этого продукта (Chung Hau Vin, 1999).

Основными ароматическими веществами в составе бобового запаха белковых изолятов являются: диметилтрисульфид, транс-транс-2,4-нонадиеналь, гексаналь, метиловый эфир 2-метилмасляной кислоты, масляная кислота, 2-пентил-пиридин (W.L. Boatright, 1999).

Консистенция вареной сои имеет немаловажное значение особенно для консервной промышленности при производстве натуральных консервов из цельной сои. Предпочтительны сорта, семена которых после варки имеют мягкую, нежную консистенцию.

Согласно нашим экспериментальным данным, мягкой консистенцией характеризуются сорта Ходсон, Юг-30, Лакта, нежной – сорта Фора, Веста (табл. 37).

Таблица 37

Органолептические свойства семян различных сортов и линий сои

Сорт, линия	Внешний вид исходных семян			Вареные семена		
	окраска семени	окраска рубчика	пигментация	вкус	степень выраженности вкуса	консистенция
Ходсон	Светло-желтая	Коричневая	Светло-коричневая	Соево-зерновой	Средняя	Мягкая
Юг-30	Светло-бежевая	Бесцветная	--- « ---	Соево-молочный	--- « ---	--- « ---
Лань	Бежевая	Светло-коричневая	Отсутствует	Соево-зерновой	Слабая	Плотная
Руно	Светло-желтая	Темно-Коричневая	--- « ---	--- « ---	Средняя	--- « ---
Вилана	Бежевая	Бесцветная	--- « ---	--- « ---	Слабая	--- « ---
Фора	Светло-желтая	Светло-коричневая	--- « ---	Молочно-зерновой	Средняя	Нежная
Веста	--- « ---	Бесцветная	--- « ---	Горохово-зерновой	Слабая	--- « ---
Л-784	Желтая	Светло-коричневая	--- « ---	Соевый	--- « ---	Плотная
Лакта	Бежевая	--- « ---	--- « ---	Соево-молочный	--- « ---	Мягкая
Валента	Желтая	--- « ---	Светло-коричневая	Соево-зерновой	Средняя	Плотная

По внешнему виду для консервов из цельной сои подходят семена без пигментации. В данном случае все сорта, кроме сортов Ходсон, Юг-30, Валента.

По вкусу непревзойденным является сорт Фора, имеющий молочно-зерновой вкус вареных семян. Приемлемы для этих целей сорта: Лакта, Лань, Вилана со слабовыраженным соево-зерновым и соево-молочным привкусом.

5. СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ УЛУЧШЕНИЕ КУЛЬТУРНОЙ СОИ ПО БИОХИМИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ СЕМЯН

Человек тысячелетиями совершенствовал дикорастущий растительный мир в рамках биологических законов и приспосабливал к своим нуждам. В результате этого в настоящее время мы используем культурную сою, которая имеет значительные преимущества по сравнению не только со своими предками, но и другими сельскохозяйственными культурами. Они связанны с её уникальным биохимическим составом и широчайшей многофункциональностью. В конечном итоге эти преимущества обусловили большие объёмы ее производства в мире.

Тем не менее, сохраняется необходимость дальнейшей селекционно-генетической работы по улучшению биохимического состава семян сои в связи с развитием в конце XX века в России индустрии по производству соевых пищевых продуктов различной функциональной направленности. Продукты, получаемые в результате глубокой переработки зерна сои, стали широко использоваться в системе здорового и рационального питания. Но поскольку для этих целей использовали семена обычных сортов, не обеспечивающие высокие потребительские качества получаемых продуктов, было решено предложить специальные сорта с улучшенными пищевыми достоинствами для производства соевых молочных продуктов, консервирования, получения концентратов соевого белка и т. д.

Кроме этого, ставилась задача упростить использование сои в кормлении животных и птицы непосредственно в хозяйствах.

При этом основной целью было выведение качественно новых сортов сои, семена которых можно было бы включать в корма в натуральном виде после минимальной или без термической обработки. Предполагалось, что использование более высокобелковых семян сои позволит сбалансировать корма по белку меньшим их количеством. А применение сортов с пониженной активностью антипитательных веществ – ингибиторов трипсина, должно было способствовать уменьшению энергетических затрат на тепловую обработку сои и даже использованию на корм зерна в сыром (не прошедшем термообработку) виде (А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко, В.С. Петибская, 2005).

Первый этап работы по селекции сортов сои с улучшенными биохимическими характеристиками семян был инициирован биохимиками и селекционерами ВНИИ масличных культур В.С. Петибской, А.В. Кочегурой, С.В. Зеленцовым в 1988 году и начат с поиска исходных форм, обладающих пониженной активностью ингибиторов трипсина и повышенным содержанием белка в семенах.

При многолетнем изучении более чем 800 коллекционных образцов сои различного происхождения обнаружен широкий диапазон варьирования уровня активности ингибиторов трипсина семян. Максимальные различия между образцами были очень велики и достигали 31,1 мг/г при крайних значениях признака 6,9 и 38,0 мг/г. Низкой ТИА, как правило, отличались коллекционные образцы, плохо адаптированные к условиям выращивания. Они характеризовались низкой урожайностью семян, низкорослостью, растрескиванием бобов при созревании. Изученные образцы сои коллекции ВИР, селекционные линии ВНИИМК и других селекционных учреждений позволили найти источники полезных признаков и начать селекцию на полезные биохимические признаки.

Оценка коммерческих сортов сои, возделываемых на территории Краснодарского края, показала, что их ТИА в среднем составляет 22,9 мг/г. Все исследуемые сорта хорошо отработаны по комплексу хозяйственно ценных признаков, однако величина активности ингибиторов трипсина была на среднем уровне диапазона этого показателя (табл. 38).

Таблица 38

Активность ингибиторов трипсина в семенах промышленно-возделываемых сортов сои (в мг/г)

Сорт	Год			**Среднее за 3 года**
	1993	1994	1995	
Ходсон	24,6	24,6	24,0	**24,4**
Лань	23,2	23,3	23,3	**23,3**
Быстрица 2	21,1	24,1	21,5	**22,2**
Руно	22,7	23,8	23,7	**23,4**
Юг-30	26,1	25,3	25,1	**25,5**
Ладья	21,6	19,3	21,9	**20,9**
Волна	20,5	21,3	20,8	**20,9**
$НСР_{05}$	2,1	2,4	2,0	-

Максимальные различия между сортами по этому признаку достигали 4,6 мг/г, при этом наиболее высоким уровнем ТИА отличались сорта Юг-30 и Ходсон, а самыми низкоингибиторными были сорта Ладья и Волна.

На основе статистического анализа всего массива данных была установлена значительная корреляционная связь между ТИА и основными биохимическими компонентами зерна сои. Так, коэффициенты корреляции между активностью ингибиторов трипсина и содержанием белка варьировали от r = -0,44 до r = -0,90; между активностью ингибиторов и содержанием масла – от r = 0,76 до r = 0,98. Не обнаружено существенной связи между ТИА и содержанием серусодержащих аминокислот и лизина.

Эксперименты показали также, что при оптимальном сроке сева между ТИА и урожайностью корреляционная связь была положительной и составила от r = 0,53 до r = 0,79.

В целом, в результате проведения скрининга коллекции, было установлено, что в имеющемся во ВНИИМК генофонде сои содержание белка варьировало от 36 до 48 %, масла – от 15 до 24 %, трипсин ингибирующая активность (ТИА) – от 6,9 до 38,0 мг/г.

В результате многолетней оценки коллекционного материала были выделены образцы сои, характеризующиеся благоприятным сочетанием интересующих признаков (табл. 39).

Таблица 39

Перспективные низкоингибиторные коллекционные образцы сои

1992–1995 гг.

Генотип	ТИА, мг/г	Содержание в семенах, %		Масса 1000 семян, г
		белок	масло	
Ходсон (стандарт)	23,5	40,2	22,3	174
0240	16,8	43,4	17,7	263
Т-245	15,7	45,8	17,4	286
Sioux	12,6	46,9	17,3	120
Р-73-9	11,9	47,5	17,3	101

Самыми низкоингибиторными оказались сортообразцы Р-73-9 и Sioux. Их активность была в 2 раза ниже, чем у стандартного сорта Ходсон. Низкий уровень ТИА у этих образцов сопровождался высоким уровнем белка, превышающим контрольный сорт на 6,7–7,3 абс. %. Однако сортообразцы Sioux и Р-73-9 отличались раннеспелостью, очень низкой урожайностью семян, тёмной окраской их оболочки и высокой степенью пигментированности, а также высокой степенью растрескиваемости бобов, что существенно усложнило селекционно-генетическую работу с ними (А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко, В.С. Петибская, 2005).

Пониженной активностью ингибиторов трипсина характеризовались позднеспелые сортообразцы Т-245 и 0240. По массе 1000 семян эти образцы значительно превышали стандарт-сорт Ходсон. Они также отличались повышенным содержанием белка и имели повышенную по сравнению с Sioux и Р-73-9 урожайность. Генотипы Т-245 и 0240 также имели признак растрескиваемости бобов, вызывающий необходимость незамедлительной уборки семян сразу после достижения фазы физиологической спелости. При этом семена сортообразца Т-245 имели чёрно-зелёную окраску оболочки, а семена сортообразца 0240 – светло-жёлтую.

В целом, все 4 выделенных низкоингибиторных сортообразца, несмотря на наличие целого ряда доминантных отрицательных генов в их геномах, пригодны для селекционно-генетической работы с ними.

В течение ряда лет выделенные из коллекции низкоингибиторные сортообразцы 0240 и Sioux включались в скрещивания с высокопродуктивными технологичными сортами с целью получения рекомбинантных форм, которые наряду с пониженной трипсинингибирующей активностью и высоким содержанием белка в семенах обладали бы хорошим комплексом других хозяйственно ценных признаков (А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко, В.С. Петибская, 2005).

В результате селекционной работы к 1995 году было выделено более 120 линий F_5 с активностью ингибиторов трипсина от 13 до 18 мг/г. Лучшие по основным хозяйственно ценным признакам линии приведены в таблице 40.

Таблица 40

Биохимическая характеристика лучших низкоингибиторных линий

1995 г.

Родительские формы, гибридные комбинации	ТИА, мг/г	Содержание в семенах, %	
		белка	масла
Ходсон (стандарт)	24,0	40,2	22,8
Р-73-9	10,3	48,8	16,2
0240	15,7	44,5	17,2
УСХИ-6	22,0	41,8	21,7
Руно	23,7	40,8	22,2
Fred	25,3	39,8	23,3
0240 × УСХИ-6	12,0	45,8	14,9
0240 × УСХИ-6	12,4	47,3	15,7
Ходсон × Р-73-9	13,0	45,1	16,1
Руно × 0240	13,4	46,8	16,8
0240 × Ходсон	13,6	46,8	16,1
0240 × Fred	14,0	46,6	16,4

Большинство из выделенных линий были получены при скрещивании селекционных сортов с образцом 0240. Из всех коллекционных источников низкой активности ингибиторов трипсина этот образец содержал наименьшее число отрицательных признаков, что и определило его частое использование в качестве родительской формы.

Следует отметить, что все низкоингибиторные линии отличались повышенным содержанием белка в семенах, что обуслов-

ливает более высокие кормовые и пищевые достоинства, а также позволяет предположить сцепленное наследование этих признаков.

В результате при скрещивании образца 0240 с сортом Fred была выделена линия Л-317, отличающаяся пониженной растрескиваемостью бобов и увеличенной продуктивностью по сравнению с родительской формой 0240. На основе этой линии был создан первый отечественный низкоингибиторный сорт сои пищевого использования Фора.

Растения сорта Фора относительно низкорослы, их высота обычно не превышает 70 см. Нижние бобы располагаются от поверхности почвы на высоте 13–15 см. Тип роста растений детерминантный – главный стебель заканчивается крупной кистью с 10–15 бобами. Главный и боковые побеги – толстые, повышенной грубости. Куст средней плотности, на одном растении образуется 3–6 ветвей. Опушение растений серого цвета. Листья тройчатые, крупные, овальной формы с заострённым кончиком, тёмно-зелёной окраски. Цветки крупные, собраны в кисти по 3–6 штук в каждой. Окраска венчика цветка белая. Бобы большого размера, преимущественно двусемянные. Форма боба слабоизогнутая, окраска створок при созревании светло-коричневая. Семена крупные, удлинённой формы. Окраска семенной оболочки жёлтая, матовая, без пигментации. Семенной рубчик крупный, хорошо выражен, овально удлинённый, светло-коричневой окраски.

Сорт среднеспелый, вегетационный период 124–127 дней. Семенная продуктивность несколько пониженная и составляет 2,24–2,73 т/га. Требует особого внимания при уборке, так как даже при незначительном перестое бобы могут растрескиваться. Высокоустойчив к пепельной гнили (А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко, В.С. Петибская, 2005).

От обычных сортов зернового типа сорт Фора отличается крупносемянностью (масса 1000 штук 250–300 г), повышенным содержанием белка (43,4–44,8 %). ТИА нового сорта варьирует в зависимости от условий года и составляет 16,3–17,9 мг/г при 22–24 мг/г у обычных сортов. Содержит пониженное количество масла в семенах – 16,1–17,4 %.

Биохимические достоинства семян сорта Фора удачно сочетаются с повышенной крупностью семян, высокой величиной набухания, светлой окраской семенной оболочки без признаков пигментации и светлоокрашенным рубчиком. Сочетание всех этих признаков у нового сорта позволило рекомендовать его в качестве специального сорта для пищевого использования.

Практическим подтверждением этому являются результаты использования семян сорта Фора для консервирования. Совместно со специалистами КНИИ хранения и переработки сельхозпродукции (г. Краснодар) были изготовлены пробные партии консервов из семян сортов Фора и Ходсон по известной рецептуре. Пробные партии консервов из сорта Фора практически не содержали ингибиторы трипсина и обладали высокими потребительскими качествами (В.С. Петибская, Л.Д. Ерашева, Р.С. Ермоленко, Г.П. Павлова, Л.А. Алехина, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов. Патент РФ на способ производства консервов из сои № 2105482).

Наилучшие потребительские качества консервов (самая низкая ТИА, мягкая, нежная консистенция, повышенное содержание белка) во всех случаях показали образцы, изготовленные из семян сои сорта Фора.

Проведённые испытания семян сорта Фора в нескольких фирмах, специализирующихся на производстве соевых молочных продуктов, показали, что для этих целей сорт также является непревзойдённым. Он обеспечивает повышенное содержание сухих веществ в готовой продукции, высокие вкусовые качества и привлекательный товарный вид.

С 1996 году этот сорт был передан на государственное испытание, а с 1998 года был включен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию в производстве в зоне Северного Кавказа (А.с. № 29222). Однако широкого распространения сорт Фора в производстве не получил из-за сохраняющегося в его геноме доминантного гена слабой устойчивости к растрескиванию бобов при созревании. Несмотря на это, сорт Фора до настоящего времени остаётся сортом-эталоном с непревзойдёнными вкусовыми качествами семян и по этой причине он широко используется в селекционном процессе.

10 Заказ 079

В период 1997–1999 гг. в конкурсном испытании изучалась линия Л-983, выделенная из гибридной комбинации 0240 × УСХИ-6. По вкусовым качествам и биохимическому составу семян эта линия оказалась близка к сорту Фора, однако превышала его по урожайности. Под названием «Веста» в 1999 году эта линия была передана на государственное сортоиспытание.

Веста является сортом пищевого использования. От обычных сортов зернового типа отличается крупносемянностью (масса 1000 штук 230–260 г), повышенным содержанием белка (42,4–44,1 %) и пониженной активностью ингибиторов трипсина (17,2–19,8 мг/г). Содержит пониженное количество масла в семенах – 17,4–19,1 % (табл. 41).

Таблица 41

Характеристика высокобелковой линии Л-983 (Веста)

Признак	Веста (Л-283), по годам				Фора, по годам			
	1997	1998	1999	среднее за 3 года	1997	1998	1999	среднее за 3 года
Урожайность, т/га	3,40	1,66	2,37	**2,48**	2,15	1,03	1,91	**1,70**
Вегетац. период, дни	139	123	126	**129**	139	123	126	**129**
Высота растений, см	80	72	72	**74,7**	54	53	47	**51**
Масса 1000 семян, г	265	193	233	**230**	296	213	294	**268**
Содержание белка в семенах, %	44,1	43,9	42,4	**43,5**	44,7	44,1	44,5	**44,4**
ТИА, мг/г	17,2	17,1	19,8	**18,0**	15,1	15,8	16,2	**15,7**

Сорт среднеспелый, в типичные по увлажнению годы его вегетационный период составляет 123–126 дней. Семенная продуктивность выше, чем у сорта Фора и составляет 2,5–3,0 т с 1 га, во влажные годы, достигая 3,4 т/га.

Высота растений сорта Веста составляет 70–80 см. Нижние бобы располагаются от поверхности почвы на высоте 13–15 см. В отличие от сорта Фора устойчив к растрескиванию бобов. Тип роста растений детерминантный – главный стебель заканчивается крупной кистью. Сорт высоко устойчив к полеганию. Главный и боковые побеги толстые, повышенной грубости. Куст средней плотности, на одном растении образуется 3–6 ветвей. Опушение растений – серого цвета. Семена крупные, удлинённой формы. Окраска семенной оболочки жёлтая, матовая, без пигментации. Семенной рубчик крупный, хорошо выражен, овально-удлинённый, светло-коричневой окраски. Этот сорт высоко устойчив к бактериозам и ложной мучнистой росе.

Сорт сои Веста внесён в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию в производстве в зоне Северного Кавказа с 2002 г. (А.с. № 33494). Рекомендуется к использованию при производстве соевых пищевых молочных продуктов и для консервирования.

Многолетние исследования гибридных комбинаций с участием родительской формы 0240 показали, что максимальное содержание белка у гибридных линий не превышает 44–45 %. При этом высокий уровень белка в семенах, как правило, сопровождается наличием сниженной продуктивности растений и повышенной растрескиваемостью бобов. Это позволяет предположить наличие корреляции между высоким содержанием белка и растрескиваемостью у формы 0240.

С целью разрыва предполагаемой связи селекционерами ВНИИМК была проведена серия скрещиваний высокобелковых гибридных комбинаций с другими сортами: Юг-30, Лань, Ходсон, Быстрица 2.

В F_4 была выделена гибридная комбинация Юг-30 × (0240 × Fred), у которой на фоне повышенного содержания белка отсутствовал признак растрескиваемости. Из этой гибридной комбинации был выделен целый ряд линий, которые прошли всестороннюю оценку в предварительном и конкурсном сортоиспытаниях.

Лучшая в гибридной комбинации Юг-30 × (0240 × Fred), селекционная линия Л-784 в течение нескольких лет стабильно накапливала в семенах 43,0–44,5 % белка, при этом её урожайность и масличность находились на уровне сортов со средними значениями этих признаков (табл. 42).

Таблица 42

Характеристика высокопродуктивной высокобелковой линии Л-784

Признак	Л-784 (Юг-30 × (0240 × Fred)					Быстрица 2 (стандарт)				
	1998	1999	2000	2001	**средн.**	1998	1999	2000	2001	**средн.**
Урожайность, т/га	1,22	2,48	1,42	1,05	**1,54**	1,03	2,13	1,38	0,99	**1,38**
Вегетационный период, дни	95	112	104	103	**103,5**	93	112	103	111	**104,8**
Масса 1000 семян, г	93	121	101	97	**103**	103	144	132	124	**126**
Содержание белка, %	44,8	44,5	43,9	42,9	**44,0**	42,7	43,5	42,4	43,2	**43,0**
Содержание масла, %	20,0	21,1	21,1	21,1	**20,8**	21,4	21,4	21,4	20,8	**21,2**
ТИА, мг/г	16,3	19,1	19,2	20,6	**18,8**	18,5	19,6	20,1	19,8	**19,5**

По данным конкурсного испытания за 1998–2001 годы линия Л-784 превысила сорт-стандарт Быстрица 2 не только по содержанию белка, но и по урожайности семян, а в конечном итоге по сбору белка с гектара в среднем на 115 кг, или на 13 %. Линия Л-784 не отличается крупносемянностью. Однако её семена можно использовать в качестве сырья при производстве соевой муки, белковых концентратов, изолятов, текстуратов, соевого молока и сыра-тофу. Причем, качество сыра-тофу, полученного из Л-784, было самым высоким. Уникальность данной линии заключается в том, что высокое содержание белка сочетается с повышенной продуктивностью растений.

С целью дальнейшего увеличения содержания белка в семенах, относительно достигнутого уровня 44–45 %, в программу скрещиваний были вовлечены еще более низкоингибиторные, а следовательно, и более высокобелковые исходные формы Р-73-9 и Sioux. Эти образцы скрещивали с линиями, выделенными из гибридных комбинаций с участием высокобелковых родительских форм 0240 и Фора. В результате ступенчатых скрещиваний в течение целого ряда лет селекционерами ВНИИМК был создан

богатый селекционный материал, в котором выделен ряд линий с изменённым биохимическим составом и ценным сочетанием его с другими признаками.

Наиболее перспективной по содержанию белка в семенах и активности ингибиторов трипсина оказалась гибридная комбинация Л-2574/4 × Р-73-9, полученная методом ступенчатой гибридизации (рис. 3).

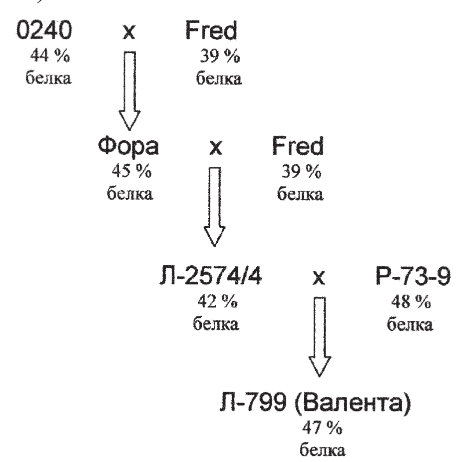


Рисунок 3 – Происхождение высокобелковой линии Л-799

Лучшая в данной гибридной комбинации раннеспелая высокобелковая линия Л-799 в 2001–2002 гг. проходила конкурсное сортоиспытание (табл. 43).

Таблица 43

Характеристика высокобелковой линии Л-799 (Валента)

Признак	Л-799 (Валента)			*Быстрица 2 (стандарт)*		
	2001	2002	**среднее**	2001	2002	**среднее**
Урожайность, т/га	0,71	1,76	**1,24**	0,93	2,25	**1,59**
Вегетационный период, дни	106	124	**115**	111	120	**116**
Масса 1000 семян, г	112	180	**146**	118	195	**157**
Содержание белка, %	49,2	46,6	**47,9**	43,6	42,8	**43,2**
Содержание масла, %	16,3	17,2	**16,7**	20,6	20,0	**20,3**
ТИА, мг/г	10,6	14,3	**12,4**	19,2	19,2	**19,2**

С 2003 г. высокобелковая линия Л-799 под названием «Валента» проходила на государственное сортоиспытание, а с 2005 г. сорт сои Валента внесен в Государственный реестр селекционных достижений (А.с. № 39216). Рекомендуется к использованию в кормопроизводстве, пищевой промышленности для получения молочных продуктов, соевой муки, белковых концентратов, спрайтсов.

В семенах этого сорта в среднем накапливается 47,9 % белка, в отдельные годы, достигая уровня более 49 %. По урожайности семян высокобелковый сорт Валента уступает стандарту – сорту Быстрица 2, тем не менее, Валента отнесена нами к категории особо ценных (А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко, В.С. Петибская, 2005).

Это объясняется тем, что у этого сорта наряду с высоким процентом белка, содержание масла в семенах остаётся на сравнительно высоком уровне. Биохимическая оценка коллекционных образцов, в том числе и дикорастущих форм сои, показывает, что уровню белка в семенах 47–48 %, как правило, соответствует масличность 12–14 %. У сорта Валента в семенах накапливается в среднем 17,1 % масла, что всего на 2,9–4,1 % меньше, чем у обычных сортов.

Наибольшая практическая ценность и уникальность сорта Валента заключается в том, что у него на 36–71 % по сравнению с обычными сортами снижена трипсинингибирующая активность белка. В то время как активность ингибиторов трипсина в семенах обычных сортов составляет 19,2–23,5 мг/г муки, у сорта Валента она варьирует в пределах 10,6–14,3 мг/г (в среднем 12,5 мг/г). Кроме того, этот сорт хорошо отселектирован по основным хозяйственно ценным признакам. Урожайность семян в сравнении с обычными сортами (со средним содержанием белка) несколько пониженная (на 10–15 %). Этот сорт устойчив к ложной мучнистой росе и раку стеблей.

Растения средней высоты – 45–85 см. Главный стебель с незаконченным типом роста, форма куста полусжатая, устойчивость растений к полеганию высокая. Высота расположения нижних бобов 12–13 см от поверхности почвы. Опушение растений густое, серое. Бобы средней величины, преимущественно двусемянные, слабоизогнутой формы. Окраска бобов при созревании коричневая. Бобы устойчивы к растрескиванию при перестое растений на корню. Семена от мелких до средних – масса 1000 семян 120–140 г; по форме семена овально-удлинённые. Окраска семенной оболочки жёлтая, рубчик семени коричневый, средней величины, овально-удлинённой формы, хорошо выражен (А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко, В.С. Петибская, 2005).

Низкая активность ингибиторов трипсина позволяет использовать семена сорта Валента в кормлении птиц без предварительной термообработки. Об этом свидетельствует совместный опыт, проведённый в Кубанском государственном аграрном университете на перепелах. Наилучшие результаты были достигнуты на варианте кормления, где в качестве источника белка использовали натуральные семена сорта Валента, замоченные на двое суток в воде с добавлением спирулины (*Spirulina platensis*). На этом варианте живая масса перепела на 49 сутки кормления была на 6,4 % больше, чем на варианте с термически обработанной (автоклавированной) соей со средней активностью ингибиторов трипсина (В.С. Петибская, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, А.И. Петенко, О.В. Кощаева, А.Г. Кощаев, 2003).

Ещё более значительные преимущества низкоингибиторного белка сорта Валента отмечены при оценке яйценосной продуктивности перепелов. В этом опыте натуральные (замоченные в воде) семена сорта Валента обеспечили в среднем 8,2 яиц на одну несушку, при использовании же автоклавированных семян обычного сорта количество яиц было в 2,5 раза меньше и составило всего 3,3 шт.

Биохимический анализ семян сорта Валента показал повышенную вариабельность между отдельными растениями по содержанию белка и ТИА (V = 19–25 %), превышающую матрикальную (в пределах растения) вариабельность (V = 15–18 %). Это позволило предположить наличие гетерогенности сорта Валента по биохимическому составу. Индивидуальный внутрисортовой отбор растений с оценкой содержания белка в потомстве позволил выделить в сорте Валента несколько морфологически не отличающихся изолиний с содержанием белка от 44 до 49 % (табл. 44).

Таблица 44

Содержание белка у очень высокобелковых линий, выделенных из сорта Валента

Сорт	Содержание белка, %			**Среднее**
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	
Вилана-стандарт	41,2	42,0	41,1	**41,4**
Валента	47,5	48,7	46,6	**47,6**
Л-799/72	48,9	49,0	49,1	**49,0**
Л-799/1733	48,5	49,4	48,8	**48,9**
$НСР_{05}$	0,7	0,9	1,1	

Приведенные в табл. 44 лучшие линии с очень высоким (до 49 %) константным содержанием белка в семенах практически не отличались от исходного сорта по морфометрическим признакам, что позволяет в перспективе заменить сорт Валента на еще более высокобелковую форму.

Наличие в рабочей коллекции ВНИИМК форм сои как с высокими, так и со средними значениями этих признаков, позволили провести их гибридологический анализ. С этой целью в 2002 г. селекционерами был проведён ряд скрещиваний с участием высокобелковых образцов сои Л-799 (Валента), Т-245 и Фора, а также сортов и линий сои со средним (39–41 %) количеством белка в семенах.

По каждой комбинации было опылено по 15–20 цветков. Завязываемость составила в среднем 26 %, с варьированием от 5 до 67 %. Малое число семян в F_1 – 1–15 шт. не позволило оценить их биохимический состав в этом поколении.

В F_2 обнаружено широкое варьирование по содержанию масла, белка и ТИА в семенах индивидуальных гибридных растений всех гибридных комбинаций (табл. 45). Практически во всех гибридных комбинациях выявлены растения с трансгрессивным увеличением или снижением биохимических показателей по отношению к родительским формам.

Минимальное содержание масла, составившее 11,9 %, было обнаружено у гибридного растения в комбинации Лира × Фора. В семенах этого же растения сформировалось максимальное в опыте количество белка – 50,8 % и минимальное ТИА – 9,3 мг/г.

Таблица 45

Биохимический состав семян гибридных комбинаций F_2

Гибридная комбинация	Всего растений F_2, шт.	Содержание в семенах, %						ТИА, мг/г		
		масло			белок					
		средн.	min	max	средн.	min	max	средн.	min	max
Л-784 × Л-799	37	**17,5**	12,5	20,7	**43,6**	40,3	49,8	**16,0**	9,9	20,7
Л-1196 × Л-799	45	**17,1**	13,1	21,7	**44,1**	39,1	48,9	**15,4**	10,4	22,3
Примор × Л-799	57	**18,4**	13,2	21,7	**42,6**	39,0	48,7	**17,4**	10,6	22,4
Лира × Т-245	30	**19,8**	15,4	21,5	**41,3**	39,3	45,7	**19,3**	13,1	22,1
Лира × Фора	31	**17,9**	11,9	21,2	**43,2**	39,7	50,8	**16,6**	9,3	21,6

Анализ компонентного состава семян гибридных комбинаций F_2 в 2003 году позволил сделать ряд предварительных выводов.

Почти во всех комбинациях изменчивость признаков содержания масла, белка и ТИА, в целом, носила непрерывный характер. Наличие непрерывного вариационного ряда по всем исследуемым показателям указывает на полигенную природу признаков содержания белка, масла и трипсинингибирующей активности.

В целом, полученные результаты селекционно-генетического улучшения сои по признакам содержания белка и ТИА подтверждают достоверность теоретических прогнозов (рис. 4).

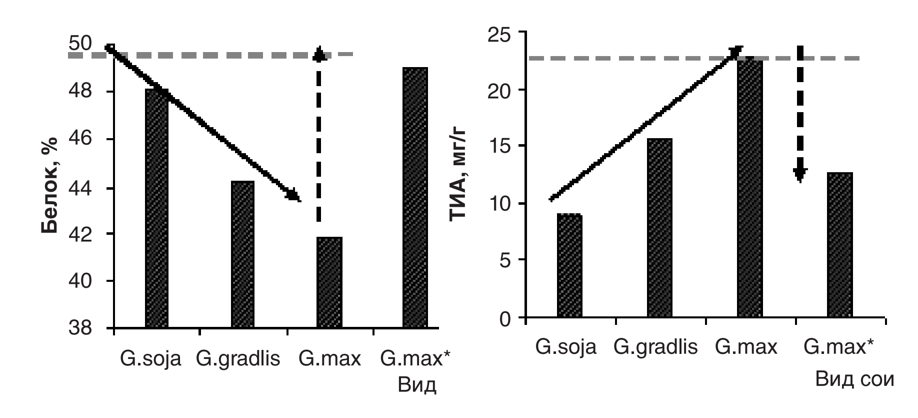


Рисунок 4 – Результаты селекционно-генетического улучшения культурной сои по содержанию белка и ТИА
G. max* – высокобелковый и низкоингибиторный сорт сои Валента

Выделенные формы с различной экспрессивностью биохимических признаков были включены селекционерами ВНИИМК в серию скрещиваний. В результате была создана группа сортов сои с пониженной ТИА (менее 20 мг/г) и одновременно повышенным содержанием белка в семенах (более 42 %). Улучшенный биохимический состав, привлекательный внешний вид, хорошая степень набухания семян и высокие органолептические показатели сортов Фора, Веста, Дельта, Рента, Лакта и Валента позволили рекомендовать их как специальные сорта для пищевого использования. По сути, эти сорта явились первыми в России специальными сортами сои пищевого типа. Развитие этого направления привело к созданию линий сои, позволяющих получать 47–49 %, а в отдельные годы до 50 % белка.

Создание во ВНИИМК первого в России высокобелкового и низкоингибиторного сорта сои Валента можно считать новым важным этапом в селекции сои.

В настоящее время проводятся работы по скрещиванию сорта Валента с высокоурожайными линиями с последующим отбором по урожайности и качеству семян. Возможно, будут получены сорта с урожаем на уровне современных районированных сортов с содержанием белка ниже, чем у Валенты, но выше, чем у этих сортов. Создание сортов с содержанием белка в семенах порядка 43–46 % будет большим успехом в селекционной практике и позволит перерабатывающей промышленности производить кормовые и пищевые продукты с повышенной биологической ценностью.

После создания специальных сортов сои с повышенным содержанием белка (более 42 %) и активностью ингибиторов трипсина менее 20 мг/г естественно возник вопрос, каким образом это повлияет на содержание и соотношение других компонентов семян. Результаты экспериментов представлены в табл. 46 и 47.

Таблица 46

Сравнительный анализ основных биохимических показателей семян сои

Показатель	Сорт с содержанием белка				Разница, %
	ниже 42 %*		выше 42 %**		
	диапазон	среднее значение	диапазон	среднее значение	
Белок, %, общий	36,6–41,0	**38,8**	43,1–48,0	**45,6**	17,5
водорастворимый	21,3–22,2	**21,8**	23,0–26,4	**24,0**	10,1
Активность ингибиторов трипсина, мг/г	19,4–32,8	**26,1**	13,3–20,2	**16,8**	55,3
Сырая клетчатка, %	7,0–10,6	**8,8**	7,1–7,2	**7,2**	22,2
Масло, %	22,6–26,0	**24,3**	18,9–22,5	**20,7**	17,4
Доля жирных кислот в масле, %					
насыщенных	14,0–17,0	**15,9**	14,4–18,6	**16,1**	1,3
мононенасыщенных	25,5–29,2	**27,4**	24,9–31,8	**28,2**	2,9
полиненасыщенных	54,8–58,5	**56,5**	53,1–59,7	**55,7**	1,4
Отношение ω-6:ω-3	8,1–9,3:1	**8,8:1**	7,4–9,2:1	**8,6:1**	2,3
Токоферолы в масле, мг/100 г	153–240	**208**	224–290	**257,2**	23,7
в том числе: α	47,5–79,8	**66,2**	90–109	**99,5**	50,3
γ	79,5–132	**108,9**	117,5–145	**123,6**	12,9
δ	26,0–44,2	**32,9**	26,8–37,7	**32,0**	2,8
Фосфолипиды в масле, %	2,69–3,14	**2,98**	3,34–4,18	**3,75**	25,8

* – Лира, Руно, Лань, Лада;

** – Фора, Веста, Дельта, Рента, Валента

Таблица 47

Сравнительный анализ витаминно-минерального комплекса семян различных сортов сои

Показатели	Сорта с содержанием белка до 42 %* диапазон	до 42 %* среднее значение	выше 42 %** диапазон	выше 42 %** среднее значение	Разница, %
Витамины, мг/100 г:					
группы В (в сумме)	5,2–5,3	**5,25**	7,54–7,97	**7,76**	47,8
аскорбат натрия	14,2–18,9	**16,6**	27,0–27,3	**27,15**	63,6
β- каротин	0,21–0,28	**0,25**	0,24–0,45	**0,35**	40,0
холин	264–297	**281**	245–260	**253**	11,0
К (филлохинон)	1,45–1,54	**1,49**	1,10–1,28	**1,19**	25,2
Макроэлементы, г/100 г:					
фосфор	0,48–0,56	**0,52**	0,69–0,78	**0,74**	42,3
калий	1,92–2,34	**2,13**	2,36–2,78	**2,57**	20,6
натрий	0,32–0,37	**0,35**	0,42–0,49	**0,46**	31,4
кальций	0,27–0,32	**0,30**	0,28–0,47	**0,38**	26,7
магний	0,1	**0,1**	0,2	**0,2**	100,0
Мезоэлементы, мг/100 г					
железо	10,0	**10,0**	10,0	**10,0**	-
Микроэлементы, мг/100 г					
бор	0,1	**0,1**	0,3–0,5	**0,4**	300,0
марганец	6,0	**6,0**	7,0–8,0	**7,5**	25,0
медь	0,1	**0,1**	0,2	**0,2**	100,0

* – Лань, Руно; ** – Фора, Веста, Валента

Они свидетельствуют о том, что сорта специального использования селекции ВНИИМК: Фора, Веста, Валента существенно превосходят сорта традиционной селекции Лань, Руно по содержанию белков (в том числе водорастворимых), токоферолов (особенно с более высокой Е-витаминной активностью), фосфолипидов, витаминов группы В, аскорбата натрия, β-каротина, Ca, Mg, P, K, Na, B, Mn, Cu.

Таблица 48

Качество соевой пищевой продукции из разных сортов сои

Вид продукции и показатель качества	Сорт с содержанием белка **ниже 42 %** диапазон	**ниже 42 %** среднее значение	**выше 42 %** диапазон	**выше 42 %** среднее значение	Требования ТУ или стандарта*
Консервы					
Активность ингибиторов трипсина, мг/г	5,8–8,2	**7,0**	0,11–4,6	**2,36**	Не более 5,0
Соевые молочные продукты					
Содержание в молоке, %:					
сухих веществ	7,9–8,48	**8,19**	8,58–9,54	**9,1**	8,5
белка	2,89–3,60	**3,25**	3,85–4,75	**4,3**	2,7
масла	1,5–1,65	**1,58**	1,4–1,6	**1,5**	1,4
Органолептические показатели: запах		**бобовый**		**без спец. запаха**	
привкус		**травянистый**		**без привкуса**	
Расход, г /кг:					
молока	125–142	**134**	111–117	**114**	
сыра-тофу	757–862	**810**	555–694	**625**	
Белковые продукты					
Белок: в обезжиренной муке	48,6–54,8	**51,7**	57,1–61,9	**59,5**	50–56
в белковом концентрате	59,4–63,2	**61,3**	66,8–73,2	**70,0**	65–72

*ТУ № 9146-025-10126558-98; СанПиН 2.3.2. 1078-01; ГОСТ 3898-56; ГОСТ 23327-98

Качество соевых пищевых продуктов (консервов, соевого молока, обезжиренной муки, соевого белкового концентрата), приготовленных из семян специальных сортов сои с содержанием белка выше 42 %, существенно выше, чем из обычных сортов кубанской селекции.

6. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН

Исследования, проведенные во ВНИИМК за последние 20 лет, показали, что в семенах сои диапазон содержания белка очень велик (от 28 до 50 %). Накопление белка зависит не только от биологических особенностей сорта, но и эколого-географических условий зоны возделывания, погодных условий года, агротехнологических приемов выращивания. Поэтому при подборе сырья для переработки следует непременно проводить оценку содержания белка в семенах конкретной партии. Ведь известно, что чем больше белка в семенах, тем меньшее количество их потребуется для удовлетворения суточной потребности человека или животного в белке.

Для того, чтобы правильно ориентироваться при размещении посевов сои, поиске сырья для переработки, необходимо знать арсенал современных сортов, значимость того или иного фактора среды при их возделывании.

В таблице 49 приведены данные по содержанию белка в семенах 11 различных сортов сои, выращенных на центральной экспериментальной базе (ЦЭБ) Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур в 1993-1999 гг. в г. Краснодаре за 7 лет исследований.

Таблица 49

Влияние биологических особенностей сорта и года выращивания сои на содержание белка в семенах, %

Сорт	Год выращивания							Диапазон	
	1993 У*	1994 У*	1995 У*	1996 З*	1997 В*	1998 З*	1999 У*		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Юг-30	36,9	35,9	39,3	39,6	38,5	43,1	41,1	35,9–43,1	39,2
Ходсон	38,7	39,3	41,7	41,0	40,4	42,5	40,7	38,7–42,5	40,6
Быстрица	42,2	39,6	42,7	42,1	42,7	42,3	43,4	39,6–43,4	42,1
Руно	41,4	38,8	40,1	42,2	41,8	43,1	42,3	38,8–43,1	41,4

Продолжение таблицы 49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лань	41,5	40,3	40,7	40,1	42,4	43,1	41,4	40,1–43,1	41,4
Астра	40,4	40,7	41,1	42,4	41,3	43,5	40,8	40,4–43,5	41,5
Вилана	-	-	40,1	41,4	40,6	43,6	41,1	40,1–43,6	41,4
Фора	43,7	44,3	44,6	45,0	44,9	44,2	44,8	43,6–45,0	**44,5**
Веста	-	-	-	-	44,1	43,9	42,8	42,8–44,1	**43,6**
Лакта	-	-	-	-	-	43,0	44,0	43,0–44,0	**43,5**
Валента	-	-	-	-	-	48,7	47,8	47,8–48,7	**48,3**
Диапазон	36,9–43,7	35,9–44,3	39,3–44,6	39,6–45,0	38,5–44,1	42,3–48,7	40,7–47,8	35,9–48,7	39,2–48,3
Хср	**40,7**	**39,8**	**41,3**	**41,7**	**41,9**	**43,7**	**42,7**		

*Характеристика вегетационного периода по количеству выпавших осадков: У – умеренный, З – засушливый, В – влажный

Они свидетельствуют о том, что сорта имеют от 35,9 (Юг-30 в 1994 г.) до 48,7 % (Валента в 1998 г.) белка в семенах в зависимости от сорта и условий года. Максимальные различия составляют 12,8 абсолютных процента, или 35,7 относительных процента. Причем, в данном эксперименте, сортовые особенности сыграли большую роль (разница в среднем 9,1 %), чем условия 7 лет выращивания (разница в среднем 2,9 %).

Этот факт можно объяснить тем, что традиционно на Кубани создавали, а также использовали сорта других селекционных учреждений, дающие наибольший урожай в природно-климатических условиях этой зоны. Это Юг-30, Ходсон, Быстрица, Руно, Лань, Астра, Вилана. Они имели в среднем содержание белка в семенах от 36 до 43 %. В данном эксперименте сортовые различия по содержанию белка у этих сортов не превысили 7 %. Влияние года урожая на содержание белка в семенах было в тех же пределах.

Но с 90-х годов XX века и до настоящего времени во ВНИИМК созданы сорта с более высоким содержанием белка в семенах. Колебания этого показателя у сорта Фора находились в пределах 43,6–45,0 %, Дельта, Рента, Веста, Лакта – 42,0–44,0 %, Валента – 46,0–49,7 %.

Наличие новых высокобелковых сортов расширило сортовое разнообразие, поэтому в данном эксперименте влияние биологических особенностей сорта оказалось больше, чем влияние условий года. При этом следует отметить, что новые высокобелковые сорта: Фора, Веста, Лакта, Валента в отличие от обычных сортов, имели меньшие колебания этого признака под влиянием условий года, что важно при выборе сорта для выращивания с целью дальнейшего его использования в пищевой промышленности и в кормопроизводстве.

Большую роль в формировании качества зерна, его химического состава, играет природно-климатическая зона выращивания по причине разного плодородия почв, неодинаковых их физических свойств, различий в обеспеченности агроценозов сои питательными веществами и влагой из-за локальности летних осадков.

В 1999 г. в условиях Краснодарского края в пяти хозяйствах было выращено 7 районированных сортов сои. Сорта специального назначения с повышенным содержанием белка (Фора, Веста, Лакта, Валента) не использовались (табл. 50).

Таблица 50

Влияние места выращивания на содержание белка в семенах различных сортов сои урожая 1999 года

Сорт	Место выращивания					Диапазон	$\bar{x}$
	Кущевский р-н АО «Кубанское»	Лабинский р-н, Вознесенская ОС	г. Краснодар, ЦЭБ ВНИИМК	г. Майкоп, Адыгейский НИИСХ	ООО «Кропоткинские ФКХ АККОР-АГРО»		
Ходсон	31,9	37,2	40,8	39,7	–	31,9–40,8	**37,4**
Юг-30	36,7	39,2	41,2	42,8	41,7	36,7–42,8	**40,3**
Лань	32,4	38,7	40,6	39,6	43,7	32,4–43,7	**39,0**
Руно	35,9	39,2	41,4	42,4	43,3	35,9–43,3	**40,4**
Вилана	34,3	36,9	40,5	38,6	42,6	34,3–42,6	**38,6**
Диана	34,9	38,3	41,1	42,3	42,9	34,9–42,9	**39,9**
Быстрица	36,8	39,2	43,4	42,2	44,3	36,8–44,3	**41,2**
Диапазон	31,9–6,8	36,9–9,2	40,5–43,4	38,6–42,8	41,7–44,3	31,9–44,3	37,4–41,2
$\bar{x}$	***34,7***	***38,4***	***41,3***	***41,1***	***43,1***		

Опыт показал, что варьирование содержания белка в зависимости от места выращивания семян велико. Максимальные различия находятся в пределах 6,1–11,1 абсолютных процента для различных сортов, а в среднем они составляют 8,2 %.

Самым низким содержанием белка характеризовались все сорта, выращенные в АО «Кубанское» Кущевского района (в среднем 34,7 %), самым высоким – в ООО «Кропоткинские ФКХ АККОР-АГРО» (43,1 %). То есть в Кущевском районе в АО «Кубанское» содержание белка в семенах сои одних и тех же сортов в среднем было на 8,4 % ниже, чем в ООО «Кропоткинские ФКХ АККОР-АГРО».

Таким образом, одни и те же сорта, выращенные в разные годы, но в одной зоне, имеют меньшие различия по содержанию белка, чем выращенные в один и тот же год, но в разных природно-климатических зонах. Сортовые различия по этому признаку зависят от набора возделываемых сортов.

Генетические особенности сорта, год, а также место выращивания оказывали влияние и на масличность семян (табл. 51).

Таблица 51

Влияние года и места выращивания на содержание масла в семенах сои (%)

Сорт	Год выращивания (г. Краснодар)			Место выращивания (урожай 1999 г.)*				
	1997 (влажный)	1998 (засушливый)	1999 (умеренный)	Кущевский р-н, АО «Кубанское»	Лабинский р-н, Вознесенская опытная станция	г. Краснодар, ЦЭБ ВНИИМК	г. Майкоп, Адыгейский НИИСХ	ООО «Кропоткинские ФКХ АККОР-АГРО».
Ходсон	20,8	20,7	21,8	26,9	22,4	21,8	22,0	–
Юг-30	22,7	20,2	22,1	24,8	21,9	22,1	21,0	22,04
Лань	21,1	21,0	22,3	27,1	21,7	22,3	22,2	20,88
Руно	21,6	19,3	22,5	25,3	21,6	22,5	21,5	21,41
Вилана	20,7	20,8	21,9	25,8	21,6	21,9	21,6	20,43
Диана	21,5	19,2	22,1	26,5	22,0	22,1	20,7	21,46
Быстрица 2	20,9	20,8	21,8	25,2	21,7	21,8	21,4	21,26
Фора	16,5	17,0	17,1	–	–	–	16,5	–
Веста	17,4	18,0	19,1	–	–	–	–	–

Экспериментальные данные, представленные в табл. 51, свидетельствуют о том, что в наиболее благоприятном по обеспеченности растений влагой 1999 году самыми подходящими для получения масла будут семена сортов, выращенные в условиях Кущевского района Краснодарского края. При этом предпочтительны сорта: Ходсон, Лань, Руно, Диана, Вилана, Быстрица 2.

При выборе сырья для переработки следует учитывать не только уровень накопления основных запасных веществ семени, но и антипитательных компонентов; выяснить влияние не только биологических особенностей сорта, но и степень влияния природно-климатических условий года и особенностей места выращивания (табл. 52).

Таблица 52

Влияние года и места выращивания на активность ингибиторов трипсина в семенах сои (мг/г)

Сорт	Год выращивания (Краснодар)			Место выращивания (урожай 1999 г.)				
	1997 (влажный)	1998 (засушливый)	1999 (умеренный)	Кущевский р-н, АО «Кубанское»	Лабинский р-н, Вознесенская опытная станция	г. Краснодар, ЦЭБ ВНИИМК	г. Майкоп, Адыгейский НИИСХ	ООО «Кропоткинские ФКХ АККОР-АГРО»
Ходсон	20,8	20,8	23,1	32,8	26,1	23,1	–	–
Юг-30	25,2	18,7	22,5	28,0	24,3	22,5	21,5	22,3
Лань	21,1	20,2	23,5	32,8	24,3	23,5	23,0	20,2
Руно	21,6	17,3	22,7	29,0	24,1	22,7	22,4	21,1
Вилана	20,7	19,8	23,2	30,4	25,7	23,2	–	20,9
Диана	21,5	18,4	22,5	30,0	24,6	22,5	22,0	21,0
Быстрица 2	20,9	19,4	19,6	27,6	23,7	19,6	22,0	19,8
Фора	16,5	15,8	16,1	–	–	16,1	16,7	–
Веста	17,2	17,1	19,8	–	–	19,8	–	–

Проведенные эксперименты показали, что диапазон варьирования этого показателя при совместном влиянии биологических особенностей сорта и внешних факторов очень велик (от 15,8 до 32,8 мг/г). Проявились ранее выявленные закономерности: наименьшей активностью ингибиторов трипсина характеризуются сорта с повышенным содержанием белка в семенах и пониженной масличностью (Фора, Веста). Более засушливые условия года (1998 г.) обусловили повышение содержания белка в семенах и связанное с ним снижение активности ингибиторов трипсина.

Высокий уровень агротехники и повышенные температуры зон выращивания (в ЦЭБ ВНИИМК, г. Краснодара, Адыгейском НИИСХ, ООО «Кропоткинских ФКХ АККОР-АГРО») также обеспечили пониженный уровень активности антипитательных веществ.

В результате взаимодействия всех этих факторов самая низкая активность ингибиторов трипсина была у сорта Фора (15,8–16,1 мг/г), выращенного в год с повышенной температурой периода созревания семян (1998) и в зоне ЦЭБ ВНИИМК (г. Краснодар).

В XXI веке все отчетливей стало проявляться потепление климата и, в связи с этим, стало возможным продвижение ранних сортов сои, созданных селекционерами Всероссийского НИИ масличных культур в более северные регионы (например, в Белгородскую область).

В какой степени и каким образом при этом будет меняться химический состав семян, определяющий их качество, очень важно для целенаправленного подбора сырья при производстве различных продуктов питания.

Поэтому нами были изучены 5 ранних сортов сои Кубанской селекции, выращенных отделом сои в 2-х зонах с контрастным климатом: в условиях Краснодарского края (ЦЭБ ВНИИМК, г. Краснодар) и в Белгородской области (Алексеевская опытная станция ВНИИМК) (табл. 53).

Таблица 53

Влияние природно-климатических условий зон выращивания на биохимический состав сои ранних сортов (урожай 2006 г.)

Сорт	Зона выращивания					
	Белгородская область (Алексеевская ОС ВНИИМК)			Краснодарский край (ЦЭБ ВНИИМК)		
	белок, %	масло, %	ТИА, мг/г	белок, %	масло, %	ТИА, мг/г
Алдана	38,3	22,5	24,2	46,2	18,1	14,8
Альба	29,7	26,0	34,5	43,9	21,4	19,6
Ника	30,6	26,9	34,4	41,7	22,6	21,5
Дельта	33,1	23,9	30,5	44,2	17,6	15,4
Лань	34,9	21,3	26,4	42,3	16,6	15,6
Среднее	**33,3**	**24,1**	**30,0**	**43,7**	**19,3**	**17,4**

Результаты экспериментов, представленные в таблицах 50 и 51, показали, что *содержание белка и активность ингибиторов трипсина в большей степени зависят от зоны выращивания, чем от биологических особенностей сорта. Одни и те же сорта, выращенные в Краснодарском крае, имели на 10,4 абсолютных процентов белка больше, а активность ингибиторов трипсина на 12,6 мг/г меньше, чем в условиях Алексеевской опытной станции ВНИИМК Белгородской области, то есть, их биологическая ценность значительно выше.*

В то же время у сортов, выращенных в Белгородской области в 2006 году, масличность в среднем на 4,8 % выше, чем в Краснодарском крае. При этом важно знать, каким образом изменится качество масла, о котором судят в основном по содержанию и соотношению жирных кислот (табл. 54).

Таблица 54

Влияние природно-климатических условий зон выращивания на состав жирных кислот в масле семян ранних сортов

Сорт	Состав жирных кислот, %*											
	Алексеевская ОС ВНИИМК Белгородской области						(ЦЭБ ВНИИМК) Краснодарского края					
	пальмитиновая	стеариновая	олеиновая	линолевая	линоленовая	ω-6:ω-3	пальмитиновая	стеариновая	олеиновая	линолевая	линоленовая	ω-6:ω-3
Алдана	9,7	4,2	24,7	50,2	11,0	**4,6:1**	9,3	4,1	28,9	50,9	7,6	**6,7:1**
Альба	9,9	4,8	17,3	51,5	14,4	**3,6:1**	9,7	4,4	29,7	49,8	5,3	**9,4:1**
Ника	9,5	4,3	20,9	50,9	13,1	**3,9:1**	9,0	5,0	34,7	47,6	3,2	**14,9:1**
Дельта	10,2	4,3	17,0	52,5	14,5	**3,6:1**	9,8	4,5	31,6	48,1	6,3	**7,6:1**
Лань	9,9	4,2	17,9	52,3	13,9	**3,8:1**	9,1	4,5	30,9	49,3	6,7	**7,4:1**
Среднее	**9,8**	**4,4**	**19,5**	**51,5**	**13,4**	**3,9:1**	**9,4**	**4,5**	**31,2**	**49,1**	**5,8**	**9,2:1**

Результаты данного эксперимента показали, что в масле семян сои, выращенных в условиях Алексеевской ОС ВНИИМК в среднем в 2,3 раза больше линоленовой и в 1,6 раза меньше олеиновой кислоты, чем в масле семян, выращенных в Краснодарском крае. Но в условиях Краснодарского края в сортах синтезируется максимальное количество мононенасыщенной олеиновой

кислоты, при этом содержание суммы полиненасыщенных жирных кислот минимально. Следовательно, масло, полученное из ранних сортов, выращенных в Краснодарском крае, предположительно будет более стойким при хранении.

В то же время, *масло из семян, выращенных на Алексеевской опытной станции, имеет максимальное содержание полиненасыщенных жирных кислот и отношение ω-6 к ω-3, характерное для масел, обладающих лечебными свойствами. Такое масло является физиологически ценным и редким по природной сбалансированности жирных кислот.*

Например, в подсолнечном масле, которое является основным в рационе питания россиян, линоленовая (ω-3) кислота практически отсутствует и фактическое потребление продуктов с этой незаменимой жирной кислотой гораздо ниже уровня, рекомендуемого органами здравоохранения. Поэтому в связи с тем, что соевые семена, выращенные в северном регионе, служат источником ω-3 жирных кислот, то они будут иметь большую перспективу как ингредиент, повышающий физиологическую ценность продуктов.

Далее мы расширили поиск сортов и условий их выращивания, способствующих накоплению масла с высокими функциональными свойствами. Для этого нами изучено содержание масла и его состав у различных сортов сои, созданных *в южном регионе* (45° с. ш., Краснодар, ВНИИМК) при выращивании их в северных регионах (50° с. ш., Белгород, БелГСХА). Кроме того, изучили содержание и состав жирных кислот масла сортов, созданных *в северном регионе* (на 53° с. ш. – Орел, ВНИИЗБК, на 54° с. ш. – Рязань, НИИПТИ АПК, и на 50° с. ш. – г. Белгород, БелГСХА) при выращивании их в южном регионе (на 45° с. ш., Краснодар, ВНИИМК), а также в самом северном регионе – на 59° с. ш. – в Вологодской области.

Установили, что сорта северного экотипа при выращивании их в самой северной зоне (Вологодская область) имеют наименьшую долю олеиновой кислоты в масле (18 %) и наибольшую – сумму полиненасыщенных жирных кислот (68,2 %). Благодаря наименьшему отношению ω-6:ω-3 жирных кислот (3–4:1) такое масло пригодно для лечебных целей, но менее стойко при хранении.

При выращивании этих же сортов в южном регионе масличность семян практически не изменилась, но качество масла подверглось существенным изменениям. Так, содержание олеиновой кислоты в масле в среднем увеличилось в 1,8 раза, линоленовой кислоты – уменьшилось в 2,8 раза. Таким образом, повысилась способность масла к более длительному хранению, но, в то же время, биологическая эффективность масла значительно снизилась, так как уменьшилось содержание полиненасыщенных жирных кислот.

Отношение ω-6:ω-3 возросло в 2,6 раза и составило 9,3:1. Такое масло является наиболее ценным для здорового питания.

Таким образом, ***при продвижении сортов южного экотипа на север (до 50° с.ш.) произошло повышение масличности семян на 2,6 %, снизилась доля олеиновой кислоты в масле на 4,1 %, повысилась доля линолевой кислоты на 1,9 %. Одновременно в 2 раза возросла доля линоленовой кислоты, увеличилось содержание суммы полиненасыщенных жирных кислот на 5,4 %, улучшилось отношение ω-6:ω-3 (6,3:1). Масло стало более пригодным для лечебных целей.***

7. ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ НА КАЧЕСТВО СЕМЯН

7.1 ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

В мировой литературе сведения об эффективности использования минеральных удобрений очень разноречивы. Наиболее категоричным является мнение Позднякова В.Г. и Посыпанова Г.С. (2000), которые утверждают, что азотные удобрения под сою применять не следует ни в больших, ни в малых нормах. Они угнетают симбиоз, но не повышают урожай семян. К такому же мнению пришел Скурту М.И. (1983).

Но в то же время, Адамень Ф.Ф. (2006) рекомендует применять под сою 60–90 кг/га азотных удобрений, а Чернышенко П.В. (2009) считает эффективным внесение 30 т/га навоза под вспашку в условиях восточной части Лесостепи Украины.

Но истина, как говорят, всегда посередине, и это показано на многочисленных экспериментах ученых ВНИИ масличных культур в разные годы исследований. Причины столь неоднозначного суждения по этому вопросу можно объяснить тем, что действие минеральных удобрений зависит от комплекса условий, в которых они применяются. Например, от плодородия почвы, содержания в ней доступных форм элементов питания, механических и агрофизических свойств, кислотности, влагообеспеченности почвы, активности биологической азотфиксации, сортовой реакции на удобрения, сроков, способов и видов удобрений, погодных факторов (В.Ф. Баранов, 2002).

Действительно, *азотные удобрения на плодородных почвах не эффективны в отношении урожайности и не вызывают заметных изменений в химическом составе семян,* а *внесение полного минерального удобрения на недостаточно плодородных почвах в момент их формирования способствует повышению урожая и содержания белка, снижению масличности и содержания сахара* (В.Б. Енкен, 1959).

Сотрудниками лаборатории технологии возделывания сои ВНИИМК установлено, что азотные удобрения под сою до посева применять нецелесообразно; их следует использовать в процессе вегетации в виде подкормки в тех случаях, когда проведено диагностирование потребности в элементах питания, с учетом интенсивности симбиотического процесса. Фосфорные удобрения могут не применяться при содержании в пахотном слое более 45 кг/га (P_2O_5). В калийных удобрениях соя на большинстве типов черноземных почв не нуждается (В.Ф. Баранов, 2002).

Некорневые подкормки комплексными удобрениями с включением серы, молибдена, бора, кобальта, марганца в фазе налива семян в случае предварительной диагностики потребности растений в этих элементах эффективны, но без диагностики дают нестабильные результаты по годам (В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, В.М. Лукомец, 2009).

В опытах, проведенных в 2004-2006 годах сотрудниками ВНИИ масличных культур Тишковым Н.М., Михайлюченко Н.Г., Дряхловым А.А. (2007) при использовании сульфатов и хелатов цинка, меди, кобальта, марганца, бора, гептомолибдата аммония,

диоксидиацетилацетоната молибдена в фазе начала цветения, было установлено, что в среднем за 3 года исследований содержание белка было максимальным при подкормке хелатами цинка, меди, кобальта, марганца в смеси с борной кислотой и диоксидиацетилацетонатом молибдена (на 2,1 % больше, чем в контроле). Из одинарных микроудобрений наибольшее влияние на содержание белка оказал гептомолибдат аммония (прибавка к контролю составила 1,5 %).

Более существенным было влияние этих элементов в 2004 году. Они повысили содержание белка с 39,2 % в контроле до 42,6–43,0 % в различных вариантах опыта. Этими авторами установлено, что *микро- и комплексные минеральные удобрения, внесенные в подкормку в фазе начала цветения растений сорта Дельта, оказывали положительное влияние на урожайность семян, содержание в них белка, и не увеличивали содержание в семенах масла.*

7.2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

В настоящее время интенсивное использование минеральных удобрений для различных сельскохозяйственных культур не приемлемо не только вследствие удорожания продукции и сокращения производства азотных удобрений, но и по причине загрязнения окружающей среды. В такой ситуации наиболее важны исследования, направленные на поиск способов повышения азотфиксирующей способности (АФС) культивируемых бобовых растений (Е.П. Старченков, 1996).

При этом для каждой бобовой культуры необходимо найти те минимальные дозы минерального азота, которые дают возможность одновременно протекать азотфиксации и восстановлению нитратов. Эта задача чрезвычайно трудная. Предпочтение отдается повышению эффективности симбиотических систем. При этом необходимо создание сортов, одним из критериев оценки которых является азотфиксирующая активность, а также получение селекционно-генетическими методами новых высокоэффективных штаммов клубеньковых бактерий, которые могли бы конкурировать в почве с местной резидентной ризо-

биальной микрофлорой и быть устойчивыми к неблагоприятным факторам среды.

Повышенный интерес к проблеме фиксации атмосферного азота объясняется тем, что от этого важного элемента зависит как плодородие почвы, так и урожайность растений, а также содержание белка в семенах. Фиксация атмосферного азота осуществляется как результат симбиоза бобовых растений с клубеньковыми бактериями и происходит в клубеньках, расположенных на корневой системе растения-хозяина.

Количество азота, фиксируемого растением, зависит от многих причин: эффективности и конкурентоспособности штаммов клубеньковых бактерий, биологических особенностей сорта растения-хозяина, а также от условий внешней среды.

По мнению ученых ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, роль сорта значительна и нередко является определяющей для эффективности симбиоза (А.И. Чундерова, С.М. Алисова, Е.Г. Алексеева, 1979).

Исследованиями, проведенными в ВСГИ (Одесса) установлено, что сорта сои существенно различаются по этому признаку. Лучшие азотфиксаторы в среднем усваивают 55–80 мкг азота на 1 растение в 1 ч. В то же время, существует ряд форм, у которых данный показатель находится на уровне 2,6–5,6 мкг, т.е. в 10–30 раз меньше (В.И. Сичкарь, А.П. Луговой, А.В. Князев и др., 1989). Более того, имеются и безклубеньковые формы сои, например, Т-201, у которых вследствие отсутствия АФС отмечается низкая продуктивность растений, а в семенах накапливается меньше белка.

Учитывая это, ***поиск сортов и форм сои с повышенной АФС, является реальным путем увеличения продуктивности и содержания белка в семенах этой культуры.***

Анализ многочисленных научных работ показал, что процесс фиксации азота в значительной степени зависит от снабжения клубеньков фотоассимилятами. Растения с интенсивным фотосинтезом характеризуются высокой азотфиксацией (В.И. Романов, 1983, 1998; L.E. Sheehy K. Tishbeck, D.A. Phillyis, 1979; С.М. Алисова, Е.Г. Алексеева, И.А. Тихонович, 1983; Т.Н. Волкова, О.В. Енкина, Ю.П. Мякушко и др., 1985). Связь между этими показателями положительная, тесная и сохраняется по этапам онтоге-

неза. Азотфиксация достигает максимума в фазе цветения растения (Я.В. Пейве, Г.Я. Жизневская, 1966; F.L. Bergersen, D.J. Goodchild, L. Austral, 1973). Существует и суточный ритм, при котором активность клубеньков строго следует суточному режиму поступления продуктов ассимиляции углерода (L. Pate, F.R. Micchin, 1980).

Связь между этими двумя важнейшими процессами в растениях была подтверждена нами опытами, в которых были взяты сорта сои, различающиеся по происхождению, продуктивности, азотфиксирующей способности: Ш. Дорнбургер, ВИР-2174, BS-46, Ходсон, Лань, Ранняя-10, Т-201 (безклубеньковая).

Отбор проводили в фазе цветения (на 5-й после появления первого цветка в опыте 1, на 7-й день в опыте 2, на 20-й в опыте 3 в одно и то же время суток). Растения выращивали в вегетационных сосудах при естественном освещении на различных субстратах: керамзите (B_1), песке (B_2), почва (50 %) + песок (50 %) (B_3), почва (25 %) + песок (75 %) (B_4) (опыт 1, 1990 г.), а также в поле по общепризнанной технологии (опыты 2, 3, 1991 г.).

В период цветения в интересующих нас растениях вычленяли пробоотборником три листовых диска в полностью сформированном третьем сверху тройчатом листе. Из этих высечек брали навеску 0,1 г, растирали в фарфоровой ступке с небольшим количеством $CaCO_3$ или $MgCO_3$ и добавляли 2–3 мл 100 % ацетона, настаивали 2–3 мин. Экстракт переносили на стеклянный фильтр № 3, фильтровали с водоструйным насосом. Экстракцию повторяли 3–4 раза до полного извлечения пигментов. Экстракты переносили количественно в мерную пробирку на 10 мл и доводили чистым растворителем до метки. На спектрофотометре определяли экстинкцию раствора при длине волны 662 и 644 нм, использовали кювету объемом 1 $см^3$. Содержание хлорофилла «а» определяли по формуле:

$$хл.\ «а» = (9{,}784\ Д_{662} - 0{,}99\ Д_{644}):10,$$

где хл. «а» – содержание хлорофилла «а» в мг на 1 г листьев;

9,784 и 0,99 – коэффициенты уравнения;

$Д_{662}$ и $Д_{644}$ – значение экстинкций раствора при длине волны 662 и 644 нм соответственно;

10 – разбавление.

В дальнейшем определили коэффициенты корреляции между содержанием хлорофилла «а» в листьях и легоглобина в клубеньках того же растения. Они оказались положительными, достоверными и высокими. В опыте 1: r = 0,944, в опыте 2: r = 0,953, в опыте 3: r = 0,948. Провели ранжировку образцов согласно содержанию хлорофилла «а» в листьях и легоглобина в клубеньках (табл. 55).

Таблица 55

Азотфиксирующая и фотосинтетическая способность различных сортов сои

Образец	Содержание легоглобина, усл. ед.	Ранжировка	Содержание хлорофилла «а», мг/г сыр. в-ва	Ранжировка
		Опыт 1		
Ходсон-B_1	0	7	0,420	7
Ладья-B_1	0	7	0,420	7
Ходсон-B_2	2,978	1	0,929	1
Ладья-B_2	2,748	2	0,924	2
Ходсон-B_3	1,984	4	0,918	4
Ладья-B_3	1,278	6	0,710	6
Ходсон-B_4	2,280	3	0,920	3
Ладья-B_4	1,702	5	0,911	5
		Опыт 2		
Ш. Дорнбургер	3,260	6	1,774	5
ВИР-2174	4,946	4	1,730	6
BS-46	4,498	5	1,828	4
Ходсон	6,354	1	2,304	1
Ладья	5,872	3	1,906	3
Ранняя-10	6,288	2	2,177	2
Т-201	0	7	0,695	7
		Опыт 3		
Ш. Дорнбургер	7,741	6	1,630	6
ВИР-2174	12,365	3	1,990	3
BS-46	9,025	5	1,952	4
Ходсон	12,754	2	1,997	2
Ладья	9,477	4	1,840	5
Ранняя-10	12,857	1	2,030	1
Т-201	0	7	0,080	7

Представленные в таблице 56 двухлетние экспериментальные данные свидетельствуют о том, что ранжировка образцов по содержанию в листьях хлорофилла «а» и ранжировка по АФС растения, совпадают. В первом опыте на 100 %, во втором – на 89, в третьем – на 96 %.

Эти результаты наглядно свидетельствует и о том, что ***при использовании одного и того же штамма ризобий, эффективность азотфиксации существенно зависит от биологических особенностей сорта.***

Есть основание считать, что *помимо фотосинтетической деятельности, одним из важных признаков биологических особенностей сорта в данном случае может быть и содержание лектинов в растении.* В главе «Химический состав семян» указано, что одной из наиболее важных функций лектинов является их способность к узнаванию ризобиальных клеток, в результате чего и происходит связывание клубеньковых бактерий с клетками корней растения-хозяина. При этом образуются клубеньки, в которых в дальнейшем восстанавливается атмосферный азот. Логично предположить, что чем больше в растении содержится лектинов, тем большее количество клубеньковых бактерий может внедриться в корни растения и образовать клубеньки, в которых происходит процесс фиксации азота.

Учитывая этот механизм начала процесса азотфиксации, можно сказать, что важна и роль штамма ризобиев, который доступен растению. Не все спонтанные бактерии почвы способны присоединиться к растению и принять участие в фиксации азота.

Поэтому ***одним из важнейших приемов повышения уровня азотфиксации растений сои является подбор (или создание новых) сортов к определенному штамму клубеньковых бактерий.***

Известно, что необходимые сое клубеньковые бактерии присутствуют не во всех почвах. Там, где сою раньше не сеяли, почвы практически не содержат *Bradyrhizobium japonicum.* В них могут присутствовать другие спонтанные формы бактерий, которые не способны формировать клубеньки именно у сои, а следовательно, растения не будут осуществлять фиксацию атмосферного азота и будут вынуждены потреблять азот из почвы или нуждаться в азотных подкормках. Поэтому исследователи пошли по пути внесения бактериальных удобрений в почву или же перед посевом инкрустировать семена высокоэффективными штаммами *Bradyrhizobium japonicum.* Второй вариант более эффективен.

Но, кроме того, на симбиотрофный процесс влияет не только наличие специфичных, активных штаммов клубеньковых бактерий в почве, но и ее влагообеспеченность, воздушный режим в активном корнеобитаемом слое, pH почвы, наличие в ней токсических веществ и различных минеральных элементов, взаимосовместимость растения-хозяина со штаммом ризобий. Как урожайность, так и химический состав семян в каждом конкретном случае зависят от их комплексного влияния.

В опытах, проведенных Шмойловой Т., Федотовым В., Столяровым О. (2006), показано, что клубеньковые бактерии весьма чувствительны к азоту минеральных удобрений. Даже при внесении его в малых дозах (20–30 кг/га), азот удобрения задерживал образование клубеньков. В то же время известно, что для нормального протекания симбиотрофного процесса необходимы фосфор и калий. Фосфор нужен растению, так как фиксация азота воздуха происходит с участием аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), в состав которой входит фосфор. При низком содержании фосфора в почве клубеньковые бактерии проникают в корень, но клубеньки не образуются, или формируются мелкие и в небольшом количестве. Калий необходим растению для активной азотфиксации по той причине, что он обеспечивает передвижение углеводов из листьев в клубеньки. Авторы отмечают, что наиболее эффективным и экономически выгодным был вариант с инокуляцией семян ризоторфином и молибденом и внесением под вспашку зяби $P_{90}K_{60}$.

Согласно информации В.Б. Енкен (1959), ***многочисленные опыты, проведенные в различных странах по внесению азотфиксирующих бактерий (нитрагина, ризоторфина) способствовали увеличению содержания белка и снижению масличности сои.*** Особенно заметно их влияние на нейтральных почвах, бедных азотом. Прибавка белка в них достигала 13%, но чем плодороднее почвы, чем больше в них азота, тем слабее влияние инокуляции на химический состав семян. На кислых почвах внесение азотфиксирующих бактерий оказывает незначительное действие на химический состав сои, так как кислая среда угнетает развитие клубеньковых бактерий. ***При нейтрализации кислотности почвы содержание белка под влиянием нитрагина повышается, масла – снижается*** (В.Б. Енкен, 1959).

За 45 лет исследований в опытах ВНИИМК было отмечено, что при инокуляции семян нитрагином помимо прибавки урожая от 0,6 до 3,7 ц/га (в среднем 1,7 ц/га) ***происходит дополнительное накопление*** по сравнению с контролем от 0,1 до 6,7 % ***(в среднем 2,3 %) белка в семенах*** (В.Ф.Баранов, А.В. Кочегура, В.М. Лукомец, 2009).

Очень важным фактором является активизация жизнедеятельности азотфиксирующих бактерий. Этот вопрос был хорошо проработан сотрудниками лаборатории технологии возделывания сои ВНИИМК в начале 90-х годов XX века.

В результате этого был разработан метод КПИС (комплексного предпосевного инкрустирования семян) с использованием ризоторфина, микроэлементов (бора, молибдена), стимуляторов роста растений, гумата натрия и специфического раствора пленкообразователя, который одновременно является питательным субстратом для клубеньковых бактерий. Жизнеспособность ризобий сохраняется до 10 дней после обработки семян.

7.3 ПРИМЕНЕНИЕ РОСТОРЕГУЛИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

В последнее время появился ряд новых биологически активных веществ и их смесей, влияющих на продуктивность и качество зерновых, зернобобовых, масличных, овощных, плодовых культур и кормовых трав. Это агростимулин, альбит, бишофит, эмистим С. Различаются эти препараты своим происхождением и механизмом действия. Общим свойством для них является стимулирование роста и развития корневой системы, стеблей, листьев и, как следствие, повышение полевой всхожести, устойчивости к неблагоприятным факторам среды, продуктивности агроценоза, улучшение показателей качества семян.

Поскольку первые агротехнические опыты применения этих препаратов на сое показали прибавку урожайности, то они рекомендованы для практического использования. Однако как при этом изменяется содержание основных биохимических компонентов семян, изучено не было. Поэтому Лоуренсом Уче Ивебором, Л.А. Кучеренко, В.С. Петибской, Уго Торо Корреа, (2006) был поставлен эксперимент, который показал, что все росторегулирующие вещества обусловили снижение содержания белка максимум на 1,8 % и одновременное повышение масличности и активности ингибиторов трипсина максимум на 1,7 % и 3,1 мг/г соответственно (табл. 56).

Таблица 56

Влияние росторегулирующих веществ
на биохимические показатели

Краснодар, ВНИИМК, 2006 г.

Вариант	Содержание, %		ТИА, мг/г	Урожай, т/га	Масса 1000 семян, г
	белок	масло			
Контроль	43,8	21,0	19,6	2,41	146,4
Агростимулин (15 м л/т)	42,0	22,3	21,9	2,74	152,6
Альбит (100 мл/т)	42,4	22,2	22,1	2,87	154,3
Бишофит (7 л/т)	42,4	22,2	22,0	2,89	155,1
Эмистим С (7,5 мл/т)	42,0	22,1	22,2	2,92	157,1

Урожай и масса 1000 семян во всех вариантах использования росторегулирующих веществ увеличились.

Немаловажной является информация об изменчивости качества масла под влиянием обработки семян этими веществами. Данные представлены в таблице 57.

Таблица 57

Влияние росторегулирующих веществ на содержание
жирных кислот в масле семян сои

Краснодар, ВНИИМК, 2006 г.

Вариант	Содержание жирных кислот в масле, %				
	пальмитиновой	стеариновой	олеиновой	линолевой	линоленовой
Контроль	8,50	4,65	26,60	53,00	7,25
Агростимулин	8,30	4,55	28,55	51,65	7,00
Альбит	8,50	4,45	27,25	52,85	7,00
Бишофит	8,40	4,40	26,50	53,85	7,00
Эмистим С	8,50	4,40	26,60	53,20	7,10

Как показали результаты эксперимента, вариабельность содержания каждой из изученных жирных кислот в масле была не существенной, то есть качество масла практически не изменилось.

Анализируя полученные экспериментальные данные можно заключить, что ***использование предпосевной обработки семян сои росторегулирующими веществами в указанных дозах позволило получить достоверную прибавку урожая в 2006 году от 0,46 до 0,52 т/га, снизить содержание белка и повысить количество масла в семенах без существенного изменения его качества.***

7.4 НОРМА ВЫСЕВА, ГУСТОТА СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ

Этот фактор также влияет на химический состав семян сои, о чем свидетельствуют данные Зеленцова С.В., Петибской В.С. (ВНИИМК), представленные в таблице 58.

В год исследования наблюдалась такая тенденция, что ***с увеличением густоты стояния растений содержание белка в семенах увеличивалось, а содержание масла и активность антипитательных веществ – ингибиторов трипсина – уменьшались.***

Таблица 58

Влияние густоты стояния растений на содержание белка, масла и активность ингибиторов трипсина семян сорта сои Руно

Краснодар, ВНИИМК, 1994 г.

Показатель	Количество растений, тыс. на 1 га			
	100	300	500	700
Белок, %	39,8	41,3	42,2	42,7
Масло, %	22,5	21,0	20,5	20,0
ТИА, мг/г	24,7	22,2	21,0	20,0

Можно предположить, что по мере загущения посева на фоне дефицита осадков почвенная влага расходуется быстрее. Масло не успевает накопиться в полной мере, поэтому доля белка в семенах возрастает.

Аналогичные результаты получены Барановым В.Ф., Уго Аламиро Торо Корреа (2007) и Петибской В.С. в 2002–2004 годах (табл. 59).

Таблица 59

Химический состав семян различных сортов сои в зависимости от плотности агроценоза

Краснодар, ВНИИМК, 2002–2004 гг.

Сорт	Густота стояния растений, тыс./га	Содержание в семенах			Сбор с 1 га, кг	
		белок, %	масло, %	ТИА, мг/г	белок	масло
Лира	200	38,8	23,4	26,6	974	587
	300	38,7	23,6	26,8	975	594
	400	39,1	23,2	26,3	1001	593
	500	39,1	23,1	26,2	1048	619
Дельта	200	40,3	21,0	23,3	1056	550
	300	40,3	21,1	23,4	1052	551
	400	40,8	20,9	22,9	1089	558
	500	41,1	20,7	22,6	1122	565
Веста	200	42,3	18,8	19,5	1091	485
	300	42,7	18,4	18,9	1068	460
	400	42,6	18,4	18,8	1039	449
	500	42,7	18,4	19,0	1097	472

При загущении посевов у всех изученных сортов содержание белка возросло на 0,3–0,8 %, содержание масла снизилось на 0,3–0,4 %, а активность ингибиторов трипсина уменьшилась на 0,4–0,7 мг/г.

7.5 СРОКИ ПОСЕВА

В связи с тем, что в последней четверти XX века началось существенное потепление мирового климата и эта тенденция продолжается, вполне реальным будет смещение зон выращивания сои в более северные регионы. Поскольку в условиях Краснодарского края проявились те же тенденции в изменении климата, что и в мировом масштабе, то необходима корректировка сроков посева сои в связи с более ранним наступлением оптимальной для нее температуры почвы и воздуха. Оптимизация необходима с учетом не только урожайности, но и качества семян.

Кроме того, изучение степени и направленности реакции сортов на изменяющиеся условия внешней среды в связи со смещением сроков посева необходимо и для целенаправленного фор-

12 Заказ 079

мирования качества исходного сырья, используемого в соеперерабатывающей промышленности.

В связи с этим для исследований были взяты сорта кубанской селекции: очень ранний – Алдана (с продолжительностью вегетационного периода 74 дня); ранние – Ника (98 дней), Альба (103 дня), Дельта (106 дней); и среднеранний сорт Лань (118 дней).

Посев осуществляли в 5-месячный период с 24 февраля по 24 июня в 5 сроков: 1–24 февраля, 2–28 марта, 3–22 апреля, 4–23 мая, 5–24 июня на полях ЦЭБ ВНИИМК (г. Краснодар) (Л.А. Кучеренко, В.С. Петибская, А.А. Савельев, 2006).

Результаты проведённых исследований, представленные в таблицах 60 и 61, показали, что самая сильная реакция компонентов биохимического состава семян на условия выращивания были у сорта Альба, а наименьшая – у сорта Алдана. Самым лабильным показателем оказалась активность ингибиторов трипсина. ***У всех без исключения сортов по мере изменения срока посева от очень раннего к более позднему происходило увеличение содержания белка в семенах, снижение масличности и активности ингибиторов трипсина.***

Таблица 60

Влияние сроков посева на биохимические показатели семян сои различных раннеспелых сортов

Краснодар, ВНИИМК, 2005 г.

Показатель	Срок посева					
	1 (24 февраля)	**2** (28 марта)	**3** (22 апреля)	**4** (23 мая)	**5** (24 июня)	*Диапазон min-max*
1	2	3	4	5	6	*7*
Сорт Алдана						
Белок, %	43,0	43,2	45,9	46,8	45,8	*3,8*
Масло, %	20,2	20,1	19,6	19,0	18,4	*1,8*
ТИА, мг/г	19,4	19,5	17,0	15,4	15,5	*3,9*
Сорт Дельта						
Белок, %	41,5	43,0	43,3	44,4	46,2	*4,7*
Масло, %	21,6	21,7	21,7	20,5	15,7	*6,0*
ТИА, мг/г	23,2	21,7	21,1	19,1	12,8	*10,4*
Сорт Ника						
Белок, %	40,1	40,4	42,2	43,8	46,2	*6,1*
Масло, %	23,2	22,6	23,2	22,1	13,7	*9,5*
ТИА, мг/г	25,4	24,4	23,8	20,4	10,7	*14,7*

Продолжение таблицы 60

1	2	3	4	5	6	*7*
Сорт Альба						
Белок, %	40,0	42,4	43,3	43,9	46,0	*6,0*
Масло, %	23,6	23,3	22,6	21,2	13,0	*10,6*
ТИА, мг/г	25,9	23,2	22,1	20,2	9,5	*16,4*
Сорт Лань						
Белок, %	40,3	42,0	43,7	44,3	45,2	*4,9*
Масло, %	22,9	23,8	21,5	19,1	17,9	*5,9*
ТИА, мг/г	25,0	24,3	20,0	17,9	16,0	*9,0*

Особый интерес представляет сорт Альба, у которого наблюдалось самое большое снижение активности ингибиторов трипсина при самом позднем сроке посева, а именно в 2,7 раза по сравнению с ранним посевом.

Экспериментальные данные показали, что ***сортовые различия качественных показателей семян сои в каждом из сроков посева были меньше, чем различия у любого сорта, посеянного в разные сроки.***

В работе определялось также влияние сроков посева и сортовых особенностей ранних сортов на качество масла, которое в основном зависит от содержания и соотношения в нём жирных кислот (табл. 61).

Таблица 61

Влияние сроков посева на жирно-кислотный состав сортов сои разных групп спелости,%

Жирная кислота	Срок сева					
	24.02.05	28.03.05	22.04.05	23.05.05	24.06.05	Диапазон изменчивости
1	2	3	4	5	6	7
Сорт Алдана						
Пальмитиновая	9,6	9,6	9,8	10,0	9,8	0,4
Стеариновая	4,5	4,6	4,4	4,0	4,2	0,6
Олеиновая	19,9	21,4	23,4	28,9	26,5	9,0
Линолевая	55,4	53,2	52,8	49,1	51,1	6,3
Линоленовая	10,5	11,1	9,5	8,0	8,4	3,1
Сорт Дельта						
Пальмитиновая	9,3	9,5	9,7	9,9	9,7	0,6
Стеариновая	4,1	4,0	4,0	4,1	3,0	1,1
Олеиновая	21,8	23,7	24,1	25,5	19,2	6,3
Линолевая	56,9	55,2	54,3	52,7	55,5	4,2
Линоленовая	8,0	7,6	7,9	7,8	12,7	5,1
Сорт Ника						
Пальмитиновая	9,2	8,4	7,7	7,8	7,9	1,5

Продолжение таблицы 61

1	2	3	4	5	6	7
Стеариновая	4,1	3,6	3,8	3,7	3,0	1,1
Олеиновая	26,0	24,4	28,1	28,5	19,5	9,0
Линолевая	51,1	54,4	52,7	52,7	54,9	3,8
Линоленовая	9,7	9,2	7,8	7,3	14,7	7,4
Сорт Альба						
Пальмитиновая	9,3	8,9	9,2	8,6	8,4	0,9
Стеариновая	3,9	4,1	4,0	4,0	3,4	0,7
Олеиновая	23,4	27,9	25,8	28,1	16,9	11,2
Линолевая	54,9	51,7	53,8	52,9	57,2	5,5
Линоленовая	8,5	7,4	7,2	6,4	14,1	7,7
Сорт Лань						
Пальмитиновая	9,5	9,7	9,9	9,8	9,8	0,4
Стеариновая	3,8	4,0	3,9	3,9	3,1	0,9
Олеиновая	22,2	24,7	25,3	23,6	20,2	5,1
Линолевая	56,1	54,2	53,9	54,4	55,2	2,2
Линоленовая	8,3	7,5	7,1	8,3	11,7	4,6

Для всех сортов поздний срок посева (24.06.05) является нежелательным с точки зрения формирования качественных показателей семян. В условиях 2005 года он дал снижение уровня масличности семян и доли олеиновой кислоты в масле.

От раннего к позднему сроку посева у всех изученных сортов наблюдается тенденция увеличения содержания белка и снижения масла в семенах сои.

Аналогичная, но менее выраженная тенденция, была получена в среднем за 5 лет исследований, проведенных в 2002-2006 годах, на сортах Лира, Дельта, Вилана (В.Ф. Баранов, Уго Аламиро Торо Корреа, 2007). Посев осуществляли в 3-месячный период с 15 апреля по 30 июня с интервалом 15 дней (табл. 62).

Таблица 62

Влияние сроков посева на содержание белка и масла в семенах различных сортов

Краснодар, ВНИИМК. Усредненные данные за 2002–2006 гг.

Срок посева	Лира		Дельта		Вилана	
	белок, %	масло, %	белок, %	масло, %	белок, %	масло, %
1 (15 апреля)	39,0	23,4	41,7	21,2	41,2	21,9
2 (30 апреля)	38,1	24,0	41,5	21,1	41,3	21,7
3 (15 мая)	39,2	23,3	41,5	21,0	41,4	21,3
4 (30 мая)	39,9	22,9	41,5	20,6	40,8	21,1
5 (15 июня)	39,3	22,9	40,6	20,1	40,7	20,9
6 (30 июня)	39,3	22,2	41,3	19,2	41,3	20,6

Осуществление посевов в оптимальные сроки (15 апреля–15 июня) по усредненным за 5 лет исследованиям сглаживает различия по изучаемым показателям. В то время как включение в 2005 году ранних посевов (24 февраля и 28 марта) обусловливает существенное понижение содержания белка и повышение масла в семенах различных сортов (табл. 60).

7.6 ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ РАСТЕНИЙ

Влагообеспеченность растений сои влияет не только на величину урожая, но и на его качество. В неорошаемых условиях урожай семян сои колеблется от 7,4 до 20,2 ц/га, в условиях орошения – от 22,3 до 42,5 ц/га. Большую роль играет правильный режим орошения, включающий оросительные и поливные нормы, число, сроки и способы проведения поливов (В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, В.М. Лукомец, 2009).

В опытах, проведенных во ВНИИМК на обыкновенном черноземе центральной зоны Краснодарского края (А.И. Лебедовский), выявлено явное преимущество интенсивного дождевания посевов сои частыми поливами небольшими нормами. Прибавка урожайности от орошения составила 0,9–1,25 т/га. Произошли изменения в содержании основных компонентов семян сои (табл. 63). Содержание масла в семенах увеличилось на 1,4–1,9 %, белка – снизилось на 0,6–1,3 %.

Таблица 63

Содержание масла и белка в семенах сои в зависимости от режимов орошения

Лебедовский А.И., ОСХ «Березанское», 1976–1978 гг.

Режим орошения			Содержание в семенах, %	
слой почвы, увлажненный поливами, м	поливные нормы, м³/га	число поливов	масло	белок
Без полива (контроль)			18,9	43,7
0,4	300–400	3–7	20,8	42,4
0,6	450–550	2–5	20,6	42,8
0,8	600–650	1–4	20,3	43,1

Особое внимание своевременным поливам должно уделяться в критические по водопотреблению фазы развития растений: цветение – формирование бобов – налив семян. В этот период влажность почвы не должна снижаться менее 75–80 % от НВ. В целях более рационального использования воды с учетом засуховыносливости сои в начальные фазы роста и развития и малого потребления ею воды в период созревания рекомендуется применять дифференцированный режим орошения: 60–70 % НВ до цветения, 75–80 % в период цветения, формирования бобов и налива семян. В период созревания поливы проводить не рекомендуется, так как они затягивают этот процесс (В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, В.М. Лукомец, 2009).

В опытах, описанных Балакай Г.Т. и Безугловой О.С. (2003), отмечено, что снижение влажности почвы в период цветения или налива бобов с оптимального уровня – 80 % НВ до 60 % НВ способствует повышению содержания в зерне белка на 0,4–1,0 %, а содержание жира снижается на 0,2–0,9 %.

Таким образом, различными исследователями установлено, что оптимизация влагообеспеченности растений способствует повышению содержания масла и снижению белка в семенах сои.

7.7 РАСПОЛОЖЕНИЕ СЕМЯН НА РАСТЕНИИ

Этот фактор отражается на накоплении запасных веществ в семенах сои по той причине, что их формирование по высоте растения происходит не одновременно, и поэтому накопление химических компонентов происходит под влиянием несколько различных условий окружающей среды. Это и предопределяет неодинаковое накопление запасных питательных веществ в семенах одного растения (табл. 64).

По данным Зеленцова С.В. (ВНИИМК), ***увеличение высоты расположения узла приводит к возрастанию содержания белка, снижению масличности и активности ингибиторов трипсина в семенах сои.***

Таблица 64

Влияние расположения семян на растении на содержание в них белка, масла и активность ингибиторов трипсина

Краснодар, сорт Руно, 1994 г. Срок посева – оптимальный

Порядковый номер узла снизу	Содержание, %		ТИА, мг/г
	белок	масло	
6	38,9	23,1	25,8
7	39,2	23,2	25,9
8	39,6	22,7	25,0
9	39,7	23,0	25,4
10	40,0	22,4	24,6
11	40,3	21,6	23,5
12	40,7	21,1	23,1
13	40,9	20,9	22,4

Этот факт объясняется тем, что в семенах сои вначале интенсивно накапливается запасной белок, тогда как процесс накопления масла начинает осуществляться на более позднем этапе. По этой причине из-за короткого периода налива семян, сформировавшихся на верхних узлах растений сои, они накапливают меньше масла, чем семена нижних узлов, а доля белка за счет этого возрастает. В данном опыте, как и во всех других случаях, активность ингибиторов трипсина положительно коррелирует с масличностью и отрицательно с содержанием белка в семенах.

8. СОЯ В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ

Роль сои и продуктов ее переработки в кормопроизводстве трудно переоценить. Все части растения могут быть использованы для кормления животных.

Вегетативная масса пригодна в качестве зеленого корма для приготовления силоса, гранул. Используют также сено и солому.

Сою в чистом виде без примесей других культур обычно для приготовления силоса не используют. Его неохотно поедает скот,

так как он имеет неприятный запах и плохо влияет на качество молока, масла, сыра. Наилучшие результаты дает силосование трех частей кукурузы с одной частью сои. Такой силос хорошо сохраняется, охотно поедается скотом, дает хорошую продукцию мяса и молока (Л.М. Иольсон, 1932). Кукурузно-соевый силос по сравнению с кукурузным повышает удои коров на 1–2 кг в сутки, содержание жира в молоке – на 0,15–0,20 %, белка – на 0,4–0,5 % (Ф.Ф. Адамель, В.Н. Письменов, 1995).

Соевое сено вполне пригодно для кормления зимой молодого рогатого скота, овец, лошадей и в некоторых случаях свиней (В.Б. Енкен, 1959).

Солома, получаемая после обмолота зерна сои, пригодна для кормления любого скота.

На всем протяжении периода вегетации растений химический состав изменяется (табл. 65). Это следует учитывать при выборе сроков уборки.

Таблица 65

Химический состав листьев и стеблей по фазам вегетации, %*

Фаза вегетации	Листья			Стебли		
	сырой белок	клетчатка	зола	сырой белок	клетчатка	зола
Третий тройчатый лист	29,8	16,9	14,9	19,9	36,4	11,3
Ветвление	31,2	17,4	17,1	18,9	40,8	12,7
Начало цветения	32,8	19,4	15,1	16,1	40,5	13,9
Начало развития бобов	29,2	19,6	11,4	13,8	46,3	7,8
Конец цветения	22,1	22,3	9,0	9,8	-	4,6
Начало пожелтения листьев	19,0	19,0	9,5	8,6	48,4	3,6

* (В.Б. Енкен, 1959)

После появления генеративных органов существенно уменьшаются зольность и содержание каротина, поэтому, если нужно получить корм, богатый каротином и минеральными элементами, целесообразно зеленую массу скашивать не позднее цветения. В листьях и стеблях содержание белка с началом роста бобов снижается, так как азотистые вещества начинают поступать в формирующиеся семена. Сою на силос, зеленую массу и сено, как правило, убирают после цветения, когда уже частично сформировались семена (И.Б. Енкен, 1959).

Особенно сильно содержание белка в листьях и стеблях снижается в конце цветения, когда идет усиленное развитие семян и накопление в них белка. Но в целом за счет формирующихся семян, растения сои в указанный период богаче белком, чем в период цветения (И.Б. Енкен, 1959).

Сорта в значительной степени различаются по химическому составу зеленой массы. Поэтому можно целенаправленно вести селекцию специальных сортов, предназначенных для использования на корм зеленой массы и сена.

Зеленая масса сои и недостаточно вызревшие соевые бобы используются как в чистом виде, так и в виде муки и гранул, брикетов, приготовленных на высокотемпературных сушилках. Зеленая масса смешанных посевов сои и кукурузы используется для приготовления сена и силоса. Состав кормов представлен в табл. 66.

Таблица 66

Состав кормов, получаемых из сои*

Показатель	Вид корма				
	зеленая масса	сено сои + кукурузы	мякина	солома	силос
В 100 кг корма содержится:					
кормовые единицы, кг	28,8	51,5	56,3	38,2	18,7
переваримый протеин, кг	4,1	8,5	4,2	2,7	2,7
на 1 корм. ед. приходится переваримого протеина, г	142	165	75	71	145
Состав, %:					
влага	67,1	16,1	13,0	15,1	71,6
протеин	5,3	12,4	5,7	5,4	4,0
жир	1,9	1,7	2,2	2,9	1,3
клетчатка	7,3	23	29,2	34,4	8,4
БЭВ	15,7	34,4	40,8	37,3	11,3
зола	2,7	12,4	9,1	5,0	3,4
Коэффициенты переваримости, % :					
протеина	77	69	73	50	67
жира	54	47	55	60	55
клетчатки	45	67	48	38	51
БЭВ	75	62	56	66	65

* – Рекомендации СКНИИЖ, 1988

Учеными показана эффективность совместных посевов сои и кукурузы. Известно, что при всех достоинствах кукурузы как

основной силосной культуры, у нее есть существенный недостаток – низкое содержание переваримого протеина на кормовую единицу (около 50 г).

Сочетание двух культур (сои и кукурузы) является удачным не только потому, что соя восполняет дефицит белка в кукурузе, но и по той причине, что они хорошо совместимы в посевах, так как близки по требованиям к условиям выращивания. Более того, они являются синергистами, так как формируют высокопродуктивный агроценоз, превышающий по урожайности зеленой массы чистые посевы каждой из этих культур. Для получения зеленой массы с оптимальным обеспечением переваримым белком кормовой единицы среднее соотношение кукурузы и сои в фазе кормовой спелости должно составлять 2:1 (В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, С.И. Кононенко, А.Н. Ригер, 2010).

Селекционерами ВНИИ масличных культур созданы специальные сорта сои для совместных посевов, например, Астра, Трембита и Лиана с урожайностью зерна 3,5 т/га и до 45,0 т/га зеленой массы.

Исследованиями, проведенными в Северо-Кавказском НИИ животноводства (СКНИИЖ) и ВНИИМК, установлено, что для закладки на силос целесообразно использовать сорта Селекта 302, Трембита, Рента, Лиана совместно с урожайными гибридами кукурузы Краснодарский 507 АМВ, Краснодарский 620 СВ. Разработана технология совместных посевов кукурузы с соей на силос. Исследования показали, что прирядковые посевы сои с кукурузой при нормах высева семян кукурузы 50–70 тыс. и сои 300–350 тыс. на гектар в центральной зоне Краснодарского края обеспечивают содержание сои в силосной массе до 30 %, сбор 13 ц/га сырого протеина. При этом содержание переваримого протеина на 1 кормовую единицу достигает 68–109 г, или на 18–59 г выше, чем в чистом посеве кукурузы (А.Н. Ригер, 2001; В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, С.И. Кононенко, А.Н. Ригер, 2010).

Скармливание ***соево-кукурузного силоса*** повышает удои на 1,2 кг молока в сутки и содержание жира на 0,15–0,20 % (Рекомендации СКНИИЖ, 1988).

По общей питательности ***соевая солома*** мало уступает сену, а мякина даже превосходит его по этому показателю, поэтому они могут служить хорошим дополнительным источником грубых кормов для жвачных животных. Существенным недостатком соевой ***соломы и мякины***, как кормовых средств, является малое содержание в них каротина и почти полное отсутствие легкорастворимых углеводов, а также наличие в соломе большого количества клетчатки. Недостаток углеводов можно восполнить за счет кормовой свеклы и патоки. Клетчатка же в определенном количестве необходима жвачным животным, особенно в летний пастбищный период. Доброкачественную солому и мякину скармливают в небольших количествах: 3–5 кг в сутки на голову (Рекомендации СКНИИЖ, 1988).

Зерно и продукты его переработки – наиболее ценный компонент кормов (табл. 67).

Таблица 67

Состав и переваримость зерна сои и продуктов его переработки*

Показатели	Вид корма					
	зерно	мука	оболочки	мучка	жмых	шрот
В 100 кг корма содержится:						
кормовые единицы, кг	130,7	145,8	50,8	111,2	125,0	118,3
переваримый протеин, кг	29,2	34,1	2,6	32,0	34,8	36,0
на 1 корм. ед. приходится переваримого протеина, г	223	234	51	288	273	300
Состав в % :						
влага	11,4	9,2	14,1	10,5	14,9	14,6
протеин	33,2	38,3	6,0	36,0	38,7	40,0
жир	15,3	19,7	2,7	5,8	9,8	2,0
клетчатка	7,3	3,1	34,3	8,8	2,7	6,4
БЭВ	27,6	25,5	32,3	33,9	27,9	31,9
зола	5,2	4,2	10,6	5,0	6,0	5,1
Коэффициент переваримости, % :						
протеин	88	89	44	89	90	90
жир	85	90	57	90	88	95
клетчатка	81	39	51	39	78	94
БЭВ	71	69	73	69	94	97

*– Рекомендации СКНИИЖ, 1988

При переработке соевого зерна на масложиркомбинатах отделяется семенная оболочка. Ее можно скармливать жвачным животным как грубый корм, особенно в тех рационах, которые дефицитны по содержанию клетчатки.

После рафинации соевого масла получают соевые фосфатиды. Без соевого масла фосфатидные концентраты можно скармливать телятам из расчета 0,4–0,5 г на 1 кг живой массы. В процессе дезодорации соевого масла на масложиркомбинатах остается бросовый продукт – бентонитовая глина с адсорбированным маслом. Животным скармливали 330–450 г этого продукта в смеси с концентратами и получали дополнительно за 193 дня лактации 300 кг молока от каждой коровы (Рекомендации СКНИИЖ, 1988).

По данным Американской соевой ассоциации, для кормления рыб, птиц и животных используется полножирная и полуобезжиренная соя. Из зерна сои готовят молоко для выпойки молодняка.

Жмых, шрот и экструдированная соя во многих странах мира используются в комбикормах, а также в составе премиксов, как источник белка.

Применение соевых добавок в кормах позволяет за счет сбалансированности рационов полноценным дешевым белком повысить продуктивность животных на 25–40 % и в 1,5–1,7 раза сэкономить расход кормов на единицу животноводческой продукции (Соя. Новые сорта и технологии. – ВНИИМК. – Компания «СОКО»).

В нашей стране полножирную сою автоклавируют, а в последнее время подвергают экструзии и используют в составе комбикормов для коров и свиней.

Сухая экструзия позволяет выделить примерно 80 % содержащегося в соевых семенах масла и производить исключительно ценную по составу и усвояемости животными белковую добавку к кормам. Она существенно упрощает всю процедуру подготовки сои к переработке, обеспечивает полную стерилизацию получаемого продукта (Е.С. Шершнев, А.А. Коротких, В.Г. Ларионов, Л.Д. Табагуа, М.Л. Мамиконян, 1998).

В СКНИИ животноводства показана эффективность использования полножирной нативной и автоклавированной сои, а также шротов в составе белково-витамино-минеральной добавки (БВМД) ***для коров***. Соя и шрот вводились в состав комбикорма для коров в виде БВМД: шрот – 20 %, соя – 25 %. Для выравнивания энергетической ценности в состав комбикорма со шротом дополнительно вводилось соевое масло. Результаты контрольных доек показали, что в среднем за последние 100 дней перед завершением лактации в группе, получившей БВМД с соевым шротом, удой в расчете на 4 %-ное молоко в группе с использованием соевого шрота составил 7,2 кг, в группах с полножирной соей – 8,2 кг, или на 13,9 % выше. Использование полножирной сои в составе БВМД оказалось экономически более выгодным, чем использование шрота, так как затраты кормов на 1 кг молока были ниже в группах, получивших полножирную сою. В группе с использованием шрота они составили 1,27 кг кормовых единиц, автоклавированной сои – 1,18 кг, нативной сои – 1,15 кг. Стоимость комбикорма в группе, получавшей БВМД на основе нативной сои, на 0,10–0,12 руб. ниже, чем в других группах (А.Н. Ратошный, 2001).

Одним из преимуществ полножирной (необезжиренной) сои является то, что нет необходимости вводить в комбикорма другие масла или жиры, которые при хранении могут быть подвергнуты порче. В составе же полножирной сои масло защищено естественным образом от окисления благодаря наличию токоферолов с их антиокислительными свойствами. И, кроме того, соевое масло имеет высокий уровень ненасыщенных жирных кислот, а значит, лучше переваривается и усваивается в организме животных. Лучшему усвоению масла способствует наличие лецитина (эмульгирующего жир) (Необезжиренная соя для свиней и домашней птицы, 1998).

Немаловажно и то, что полножирная соя обходится дешевле. По данным СКНИИЖ, скармливание термически обработанного соевого зерна в рационах ***лактирующих коров*** позволяет получить дополнительно на каждую корову за 6 месяцев лактации 540 кг молока и 22 кг молочного жира (Рекомендации СКНИИЖ, 1988).

Сочетание высокого содержания жира и протеина в соевых семенах делает их более ценным кормом, чем соевый шрот, од-

нако, чтобы избежать неблагоприятных воздействий на организм животного ингибиторов, соя в неподготовленном виде должна включаться в рационы не более чем на 20 % по белку. Следует помнить, что необработанное зерно сои ни в коем случае нельзя скармливать с мочевиной, так как имеющаяся в ее составе уреаза разлагает мочевину до аммиака и может вызвать кормовое отравление животных, а также резкое увеличение потребности коров в витаминах вообще и особенно в витаминах А и Е (Рекомендации СКНИИЖ, 1988).

Научно обоснованные рецептуры комбикормов, а также рациональные способы обработки семян сои, проведенные в США, дали ощутимые результаты. Достаточно отметить, что для получения 1 кг свинины в США в начале 90-х годов прошлого столетия тратилось всего лишь 3 кг кормов (в России – 8 кг), 1 кг говядины – 6 кг (в России – 13 кг), 1 кг птичьего мяса – 2 кг кормов (в России – 4 кг). К тому же ощутимо сократилось время откорма животных, уменьшились заболеваемость и падеж (Е.С. Шершнев, А.А. Коротких, В.Г. Ларионов, Л.Д Табагуа, М.Л. Мамиконян, 1998).

Использование *полножирной экструдированной сои* в комбикормах для птиц в последнее время представляет большой интерес. По данным главного технолога ООО «Микс Лайн» Бортникова С. (2005), при испытании различных рационов для бройлеров с вводом в комбикорм одинакового количества соевых продуктов, оказалось, что при прочих равных условиях и одинаковом вводе соевых шрота, жмыха или экструдата в комбикорма первенство за привесом птицы было за экструдированной соей. Но главным стала экономическая эффективность. При этом оптимальное количество ввода полножирной экструдированной сои от 20 до 25 %.

Следует отметить, что экструдированная соя может храниться при соблюдении условий хранения, так же как шроты и жмыхи (не менее четырех месяцев). Созданная на основе экструдированной сои БВМД для кур-несушек с нормой ввода 8 % дает возможность полностью решить проблемы рациона по балансу аминокислот, энергии, макро- и микроэлементов и удешивить рацион на 5–12 %.

ООО «БЕЛКОМ», производящий экструдированную сою, информирует о том, что в ее состав входят: сырой протеин – 37–

39 %, лизин – 2,4 %, метионин – 0,5 %, цистин – 0,5 %, триптофан – 0,5 %, масло – 18 %, линолевая кислота – 9,0 %, линоленовая кислота – 2,0 %, фосфолипиды – 0,7 %, сырая клетчатка – 5 %, витамин Е – 55 мг/кг, обменная энергия – 4000 ккал/кг. Она особенно полезна свиноматкам в последней стадии супоросности и эффективна в рационах периода лактации для повышения жизнеспособности молодняка. Полножирная соя может включаться в рационы жвачных до 25 % от концентрированных кормов.

Этот продукт оказал огромное влияние на проблему питания птицы. Высокое содержание линолевой кислоты особо благоприятно сказывается на увеличении размера яиц. Экономически разумные пределы добавки полножирной экструдированной сои составляют 10–25 %.

По интернет-данным в США используют корма с включением полножирной сои для рыб – карпов и лосося (URL:http://belkom45/ru/catalog).

Об эффективности использования *соевого молока* ***для ремонтных свинок*** свидетельствуют работы, проведенные в КубГАУ. Кормление соевым молоком, приготовленным на воде или сыворотке, вместо обрата, позволило получить у свинок с исходной живой массой 35,7–36,3 кг среднесуточный привес на 0,8–4,1 % выше. Кроме того, у ремонтных свинок, получивших в период исследований соевое молоко, к семимесячному возрасту было отмечено повышение содержания эритроцитов на 7,6 % и гемоглобина на 3,1 % (Н.П. Насека, Л.Ф. Величко, В.И. Комлацкий, 2001).

При обработке сои в каждом конкретном технологическом процессе очень важно соблюдать оптимальные показатели температуры, влажности и продолжительности воздействия. Еще очень важным показателем является степень измельчения семян, особенно для птицы и свиней (Н.П. Насека, Л.Ф. Величко, В.И. Комлацкий, 2001).

Многочисленные работы ученых КубГАУ, проведенные на поросятах на доращивании (2–4 месяца), откормочном поголовье, ремонтных свинках, супоросных и подсосных свиноматках, телятах-молочниках, дойных коровах свидетельствуют об эффективности использования соевого молока, приготовленного на воде

и молочной сыворотке (Н.П. Насека, Л.Ф. Величко, В.И. Комлацкий, 2001).

Соевое молоко получали на установках фирмы «Кубас», которые работают на основе принципа кавитации с термообработкой. Их производительность 1000 л/час. В соевом молоке, полученном таким образом, содержится 9,1 % сухих веществ, 2,2 % сырого жира, 3,2 % сырого протеина, 0,38 % сырой клетчатки, 0,063 % фосфора, 0,035 % кальция. Активность антипитательных веществ-ингибиторов трипсина в сухих веществах соевого молока снижалась до 15 мг/г, тогда как в исходном зерне составляла 30 мг/г. Активность уреазы соответствовала требованиям ГОСТ 12220-88 (Технология и оборудование для приготовления и использования кормового соевого молока, 2001).

Окара-мезга (густой осадок), который остается при производстве соевого молока в количестве 6–10 % от общей массы готового продукта. Она имеет приятный запах и вкус и охотно поедается животными (свиньями, коровами). Но этот продукт совершенно не пригоден для хранения, так как очень быстро портится. Ее можно использовать лишь в том случае, если откормочные пункты находятся при заводе. Но можно высушить и тогда она становится вполне транспортабельной. Сотрудниками кафедры частной зоотехнии и свиноводства КГАУ установлено, что использование соевого молока и соевой суспензии, приготовленной на основе молочной сыворотки, экономически выгодно. Одна установка для производства соевого молока при односменном режиме работы окупает затраты на ее приобретение за 1–2 месяца (Технология и оборудование для приготовления и использования кормового соевого молока, 2001).

Соевое молоко, полученное на установке, характеризуется рядом положительных качеств:

– при выпойке телят молочного периода не оказывает вредного воздействия на состояние их здоровья, стимулирует интенсивный рост и развитие животных, улучшает убойные мясные качества телят, позволяет экономить около 200 л обрата при выращивании одного животного;

– при откорме свиней позволяет не только заменить в рационе дорогостоящие корма животного происхождения (обрат), но и существенно увеличить продуктивность животных, снизить затраты кормов на 1 кг прироста;

– не оказывает отрицательного воздействия на воспроизводительные качества (Технология и оборудование для приготовления и использования кормового соевого молока, 2001).

В США очень широко используют для кормления свиней ***кукурузно-соевые зерновые рационы.*** Они составляются с учетом потребности свиней в тех или иных компонентах корма и поэтому очень эффективны.

Вот пример расчета рациона из кукурузно-соевой муки для поросят с массой 25 кг:

$$(А \times К) + В(97,5\text{-}К) = (Л \times 100),$$

где А – содержание лизина в кукурузе, %;

К – содержание кукурузы в рационе, %;

В – количество лизина в соевой муке, %;

(97,5-К) – количество соевой муки в рационе, %;

Л – потребность в лизине у свиньи массой 25 кг, %.

Расчеты показали, что количество кукурузы в рационе составляет 78,4 %, соевой муки – 19,1 %. В сумме они дают 97,5 %. На долю остальных компонентов корма (витаминов, минеральных элементов) приходится 2,5 %. В таблице 68 представлен обогащенный рацион для свиней (Потребность свиней в питательных веществах, 1997).

Таблица 68

Рацион для свиней*

Корм и добавка	Содержание, %
Кукуруза	78,40
Соевая мука	19,10
Дикальцийфосфат	0,85
Известняк	0,83
Натрия хлорид	0,25
Премикс:	
витаминный	0,10
микроэлементный	0,10
антимикробный	0,10

* – Потребность свиней в питательных веществах, 1997

Наблюдения американских ученых показали, что качество соевого масла в составе необезжиренной сои влияет на твердость свиного сала. Поэтому при откорме поросят весом до 50 кг можно включать в корм 20 % необезжиренной сои, не опасаясь проблем с качеством свинины, но на завершающей стадии откорма содержание необезжиренной сои в корме не должно превышать 5 % (Необезжиренная соя для свиней и домашней птицы, 1998).

Научные эксперименты и практика использования сои для кормления животных показали, что наиболее эффективными являются: термообработанная полножирная или полуобезжиренная соя, жмыхи, шроты, соевое молоко, в то время как соевые белковые концентраты и изоляты плохо перевариваются и используются поросятами в возрасте 4–5 недель и телятами в возрасте до 46 суток.

В рыбоводстве также существует проблема восполнения дефицита белка в кормах. Обычно она решалась путем использования рыбной и мясокостной муки. Но на сегодняшний день количество этих кормов ограничено, а стоимость довольно высока. В работах КНИИ рыбоводства показана возможность замены их на *тостированный соевый шрот и соевую муку* в составе полнорационных кормов для молоди радужной форели в пределах 16 % по массе концентратов (В.В. Чикова, 2001).

Соя в птицеводстве. Научные разработки КГАУ и опыт передовых предприятий показали, что в полноценных комбикормах, предназначенных для скармливания ***цыплятам-бройлерам,*** соевый шрот может быть единственным высокобелковым компонентом.

Количество *тостированного соевого шрота* в комбикорме для цыплят-бройлеров можно доводить до 14 % в первые четыре недели выращивания и даже до 20 % в возрасте старше пяти недель (Л.Н. Лихобабина, И.В. Жуков, 2001).

Ученые СКНИИЖ, обобщая зарубежный опыт и результаты собственных экспериментов, пришли к выводу, что в кормовую смесь для ***мясной птицы*** можно включать 27–33 % по массе *соевый шрот*. Использование такой кормовой смеси позволяет выращивать цыплят-бройлеров с живой массой 1678 г в возрасте 46 дней при расходе корма 2,02 кг на 1 кг прироста живой массы, а также утят с живой массой 2660 г в возрасте 56 дней с затратой 3,4 кг корма на 1 кг прироста живой массы (Рекомендации СКНИИЖ, 1988).

В экспериментах, проведенных совместно со специалистами кафедры биохимии, биофизики и биотехнологии КГАУ в 2002–2003 годах, была выявлена роль биохимического состава исходных соевых семян и способа их обработки на эффективность кормления ***перепелов*** (В.С. Петибская, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, А.И. Петенко, А.Г. Кощаев, О.В. Кощаева, 2003).

Для изучения были взяты семена рядового по биохимическому составу сорта Вилана (с содержанием белка 42,2 %, активностью ингибиторов трипсина 21,7 мг/г) и нового высокобелкового сорта Валента (с содержанием белка 48,6 % и активностью ингибиторов трипсина 12,7 мг/г).

Семена использовали в трех видах:

– нативные (без обработки);

– автоклавированные при 120 °С в течение 15 минут;

– замоченные в воде в течение двух суток с дальнейшим добавлением 1 % сине-зеленой микроводоросли спирулины (*Spirulina Platensis*).

Измельченные семена каждого из вариантов были введены в рацион кормления перепелов в виде добавки в качестве основного источника белка. Кормление проводили в возрасте от 14-го до 49-го дня.

Определяли хозяйственно ценные признаки особей: динамику живой массы перепелов, показатели анатомической разделки тушек в конце эксперимента, дегустационную оценку мяса и бульона из перепелов, яйценоскость, выход яйцемассы на одну несушку, расход кормов и экономическую эффективность использования полножирных семян сои.

Результаты экспериментов показали, что продуктивность перепелов, их яйценоскость, выход яйцемассы при использовании как сырой, так и термообработанной сои были выше в случае использования семян сорта Валента с изначально повышенным содержанием белка и низкой трипсинингибирующей активностью (табл. 69).

Особое внимание следует обратить на тот факт, что по яйценоскости и выходу яйцемассы в случае использования сырой сои

сорта Валента были получены лучшие результаты, чем при использовании термически обработанных семян рядового сорта Вилана. Тепловая обработка сои сорта Валента позволила в еще большей степени улучшить показатели, связанные с яйценоскостью (табл. 69).

Таблица 69

Оценка продуктивности перепелов при использовании в их рационе семян сои сортов Вилана и Валента

Показатель	Вид обработки семян, сорт сои				
	без обработки		автоклавирование		замачивание + спирулина
	Вилана	Валента	Вилана	Валента	Валента
Количество яиц от 12 самок за 21 день, шт.	27	63	40	92	98
Яйценоскость на 1 ср. несушку за 21 день, шт.	2,2	5,2	3,3	7,7	8,2
Масса 1 среднего яйца, г	9,38	9,25	8,40	9,38	9,52
Выход яйцемассы на 1 ср. несушку, г.	21	48	28	72	78
Живая масса перепела на 49-й день	140,6	151,8	155,5	162,1	165,5

Предыдущими работами Петибской В.С. и Егорова С.Л. (1994, 2001) было показано, что вредное воздействие на живой организм ингибиторов трипсина сои можно в полной мере компенсировать использованием сине-зеленой микроводоросли спирулины, в которой высока активность трипсина.

По этой причине для изучения был взят вариант с предварительным замачиванием соевых семян в воде в течение двух суток, с последующим их измельчением и добавлением 1 % микроводоросли. По всем показателям продуктивности перепелов этот вариант опыта оказался непревзойденным (см. табл. 69).

Преимущества данного варианта опыта очевидны, так как благодаря отсутствию термообработки не произошли потери термически неустойчивых серусодержащих аминокислот (метионина и цистина), а также лизина, не были разрушены ферментные системы и витамины. Более того, замачивание семян в воде способствовало активизации ферментных систем семени, гидролизу запасных веществ и синтезу новых, биологически активных компонентов семян. Согласно работам С.К. Арора (1973) при проращивании семян сои увеличивается содержание витамина С, каротина, токоферолов, пантотеновой кислоты, биотина, никотиновой кислоты, тиамина, рибофлавина, холина и витамина B_{12}, но уменьшается содержание фолиевой кислоты. Одновременно с этим происходит частичное вымывание таких антипитательных компонентов семян как рафинозы, стахиозы, сапонинов, водорастворимой фракции ингибиторов трипсина, уреазы и некоторых других веществ.

Нашими опытами установлено, что на вторые сутки замачивания доля белковых веществ в семенах увеличилась у Виланы на 4,5 %, у Валенты – на 5 %. Содержание масла у обоих сортов практически не изменилось. Одновременно активность уреазы снизилась у Виланы на 13,3 %, у Валенты – на 15,6 %. Активность ингибиторов трипсина у Виланы уменьшилась на 14 %, у Валенты – на 16,2 %. В результате всех этих процессов питательная ценнось замоченных семян возросла.

Влияние спирулины, добавленной к замоченным семенам сои, не ограничивается только компенсацией вредного воздействия ингибиторов корма за счет высокой активности фермента трипсина в самой водоросли. Она характеризуется высоким содержанием каротиноидов и хлорофиллов. В ее составе имеется синий пигмент – фикоцианин – редкий компонент, который повышает иммунитет животных. Кроме того, спирулина богата макро- и микроэлементами.

Все вышеизложенные факторы и обусловили высокую эффективность последнего варианта опыта, которая особенно проявилась в производстве яиц. В этом же варианте опыта живая масса перепела в динамике и в конце испытаний была максимальной.

Дегустационная оценка мяса и бульона из перепелов показала, что во всех вариантах, где был использован сорт Валента, органолептические показатели были наиболее высокими.

В любой хозяйственной деятельности важен экономический эффект. Расчеты представлены в таблице 70.

Таблица 70

Расчет экономической эффективности использования полножирных семян сои сортов Вилана и Валента в составе белково-витаминных добавок кормов для перепелов

Показатель	Вид обработки семян, сорт сои				
	без обработки		автоклавирование		замачивание + спирулина
	Вилана	Валента	Вилана	Валента	Валента
Среднесуточный прирост живой массы, г	2,91	2,91	2,29	3,12	3,19
Среднесуточный прирост живой массы, г	2,91	2,91	2,29	3,12	3,19
Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы за период опыта, кг	3,70	3,78	3,69	3,49	3,44
Валовой прирост живой массы за период опыта, кг	3,565	3,564	3,662	3,822	3,908
Стоимость валовой продукции, руб.	160,42	160,38	164,79	172,0	175,86
Затраты на производство всего, руб.	133,03	131,19	134,50	133,58	131,70
Себестоимость 1 кг прироста живой массы, руб.	37,31	36,81	36,73	34,95	33,70
Чистый доход, руб.	27,39	29,19	30,29	38,42	44,16
Уровень рентабельности, %	20,58	22,25	22,52	28,76	33,53

Они свидетельствуют о том, что при всех способах подготовки семян сои к скармливанию, себестоимость 1 кг прироста живой массы перепелов ниже, а чистый доход и уровень рентабельности выше в случае использования сорта Валента. Следовательно, при подборе сырья для корма в первую очередь следует обращать внимание на химический состав исходных семян сои, а именно на содержание в них белка и активность ингибиторов трипсина.

Термическая обработка семян в автоклаве при 120 °С в течение 15 минут улучшает показатели продуктивности и экономической эффективности по сравнению с вариантом использования сырых семян.

Но наилучшим способом подготовки сои для кормления перепелов является замачивание семян в воде в течение двух суток, измельчение и добавление 1 % сине-зеленой микроводоросли спирулины. В этом случае все показатели продуктивности птицы (особенно яйценоскости), а также экономической эффективности от использования полножирных семян сои оказались наиболее высокими.

Таким образом, при подборе сои для использования семян в качестве источника белка в кормах для птиц и животных необходимо, в первую очередь, проводить анализ семян на содержание белка и активность ингибиторов трипсина. При любом варианте подготовки семян сои для корма, из арсенала современных сортов следует отдавать предпочтение сортам с повышенным содержанием белка и пониженной активностью ингибиторов трипсина.

9. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ИЗ СОИ

В странах Запада и в России для приготовления различных продуктов питания используется небольшой процент от общего количества выращиваемой сои (5–12 %), в то время как в Юго-Восточной Азии употребление сои в пищу широко распространено и известно пять тысячелетий.

Это происходит по различным причинам:

– в домашних условиях соевое зерно требует длительной кулинарной обработки (замачивания в течение 12–16 часов, варки до 2,5 часов и др.). Ферментированные соевые продукты готовят даже месяцами;

– соевое зерно и некоторые продукты его переработки имеют специфический бобовый запах и привкус. Поэтому для улучшения потребительских качеств их подвергают специальной обработке или же добавляют пищевкусовые вещества и ароматизаторы, что осложняет технологию переработки;

– информация о пользе и вреде некоторых компонентов соевого зерна до сих пор неоднозначна и даже противоречива, научные данные мало популяризированы.

Однако в последние годы в странах Запада и в России стали активно изучать биологические особенности различных компонентов соевого зерна. Ученые пришли к выводу, что соя является той редкой культурой, в которой помимо ценных питательных веществ имеются компоненты, способные производить лечебный эффект при очень большом количестве заболеваний, наиболее распространенных в мире.

И уже в начале XXI века интенсивно идет популяризация сои как незаменимого компонента различных оздоровительных диет. Опубликовано множество работ с рецептами соевой кулинарии, адаптированных для россиян.

Наряду с этим строятся и вводятся в эксплуатацию заводы по переработке сои с целью получения белковых концентратов и текстуратов. В некоторых городах функционируют цеха («соевые кухни») по производству соевого молока, сыра-тофу, салатов, котлет, кондитерских изделий.

Соя является незаменимым компонентом диет, используемых для общего очищения организма. Ее клетчатка и пектин в данном случае играют роль чистильщика. Кроме того, она является поставщиком биологически активных компонентов (витаминов, минеральных и гормоноподобных веществ, фосфолипидов, токоферолов), а также пластического и энергетического материала (белков и жиров) в высокой концентрации.

В 1999 году Институтом питания РАМН разработан, а начальником Управления охраны здоровья матери и ребёнка Министерства здравоохранения РФ и начальником Департамента Государственного санитарно-эпидемиологического надзора Министерства здравоохранения РФ утвержден «Ассортимент основных продуктов питания, рекомендуемых для использования в питании детей и подростков в организованных коллективах. А именно: в детских садах, образовательных учреждениях общего и коррекционного типа, детских домах и интернатах, учреждениях начального и среднего профессионального образования. В этом ассортименте имеются соевые продукты: соя (концентраты, в том числе текстурированные, и изоляты соевого белка – в виде добавок к традиционным блюдам и в виде самостоятельных блюд при строгом соблюдении рекомендуемой технологии их приготовления), а также соевое молоко и тофу.

9.1 ЦЕЛЬНАЯ ПОЛНОЖИРНАЯ СОЯ

Консервированные продукты из сои

Из цельной полножирной сои ассортимент продуктов не велик, однако они сохраняют все достоинства и преимущества зерна

этой культуры и разнообразят меню. К таким продуктам относятся: консервы из натуральной зрелой сои для салатов, винегретов и гарнира, а также суп-пюре, икра с добавлением других овощей. Рецептуры этих консервов разработаны КНИИ хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов (г. Краснодар).

Кроме того, учеными этого института совместно с фирмой «Ассоя» создана технология не стерилизуемых продуктов на основе пищевого соевого обогатителя (окары) с фасовкой в мелкую тару емкостью 250 г (из пластических масс) с герметичной укупоркой, термосвариваемой крышкой из фольги.

По вкусовым качествам привлекательна соевая икра, в рецептуру которой входят окара, лук, морковь, масло растительное, томат-паста, соль, сахар, пряности. Срок хранения продукта 14 дней при температуре +5 – +8 °С.

Создана целая гамма продуктов нового типа: овощных, фруктовых сладких и острых паст с возможным сроком хранения без стерилизации в течение 1–3 месяцев в условиях бытовых холодильников (Г.Н. Павлова, Л.Д. Ерашева, Р.С. Ермоленко, Л.А. Алехина, Л.В. Артюх, 2000).

Для консервирования наиболее пригодными являются сорта со светлой окраской без пигментации, с повышенным содержанием белка в зерне и низкой активностью ингибиторов трипсина, дающие при варке или стерилизации мягкую, нежную консистенцию. Такие сорта созданы во ВНИИ масличных культур: Фора, Веста, Дельта.

Если собрать сою недозрелой (примерно в состоянии трех четвертей полной зрелости), то из нее можно получить консервы, заменяющие зеленый горошек. Такие консервы приготовляли в начале XX века в Америке в промышленном масштабе. Они не уступали зеленому горошку по вкусу и питательной ценности и обходились значительно дешевле. В настоящее время этот вид консервов не имеет широкого распространения. Определенную трудность составляет отделение недозрелых зерен от стручков. Для того чтобы облегчить этот процесс, стручки варят в течение 5 минут, а затем уже лущат.

Консервирование недозрелой сои ведется следующим образом: после лущения соя отделяется от стручков на веялках и молотилках, моется, обрабатывается кипятком в течение пример-

но 30 минут в зависимости от сорта и степени зрелости и укладывается в приготовленную тару. Затем соя заливается горячим раствором, содержащим 2 % соли и 2–5 % сахара, укупоривается и стерилизуется при температуре 115–117 °С в течение 45–60 минут. Немедленно охлаждается. Химический состав недозрелой сои зависит от её сорта и степени зрелости. Примерно его можно считать следующим (в процентах на сухое вещество): белка – 10, жира – 5,5, крахмала – 2,0, сахара – 2, клетчатки – 2,0, золы – 2,0 (Л.М. Иольсон, 1932).

Но в настоящее время в США создан специальный сорт: Verde (к-6299). Он имеет крупные семена с зелеными семядолями, дает высокий урожай и используется для консервирования (Л.Г. Щелко, 1998). Кубанскими селекционерами (ВНИИМК) также проводилась селекция сортов с зелеными семядолями. Были получены линии с содержанием белка выше 40 %, но работа не доведена до создания сорта. Селекция прекращена. Линии с зелеными семядолями не опробированы специалистами по консервированию. Хотя этот вид продукции мог быть очень удачным по той причине, что биологическая ценность его была бы выше, чем у зеленого горошка. Это подтверждает тот факт, что содержание белка в зрелой сое с зелеными семядолями порядка 40 %, а в зеленом горошке – менее 22 %. Кроме того, сезон переработки зеленого горошка очень короткий и требует большого напряжения производственного процесса, а производство консервов из зелено-семядольной сои можно осуществлять в любое время года.

Соевые орешки

Из продуктов, приготовляемых из цельного зерна сои, интерес представляют «соевые орешки». Их готовят следующим образом: сою замачивают в течение 12 часов в 10 % растворе поваренной соли, варят 1,5–2 часа и поджаривают до светло-коричневой окраски. Полученный продукт напоминает жареные земляные орехи. Есть еще один вариант приготов ления соевых орешков. Соя высушивается, варится в сахарном сиропе, вновь высушивается и поступает в продажу. Такая «засахаренная соя» напоминает по вкусу орехи или миндаль (Л.М. Иольсон, 1932).

Иногда орешки дражируют темным или белым шоколадом. Орешки к пиву посыпают паприкой, гвоздикой, кардамоном. Соевые орешки должны содержать не более 7 % влаги, 5 % золы (О.А. Рязанова, В.М. Позняковский, А.А. Шевелева, 2002).

Суррогат кофе и шоколада

Одним из первых способов применения сои в Европе было приготовление суррогата кофе, наподобие ячменного или из других злаков.

Для приготовления *кофе* из сои, ее тщательно очищали от примесей, отмывали от грязи и пыли в воде, нагретой до 65–70 °С, удаляли оболочки, варили, подсушивали и поджаривали. В результате получали кофе следующего состава (в процентах): влаги – 5,3, клетчатки – 5,0, углеводов – 15,0, жира – 18,0, экстрактивных веществ – 49,0.

При изготовлении *шоколада* из сои, она может заменить порошок какао или же молочный порошок. В первом случае, очищенная, поджаренная и перемолотая соя смешивается с сахаром и маслом-какао до получения продукта, похожего на молочный шоколад. Во втором случае, берется, к примеру, 30 кг натурального какао, 90 кг сахарной пудры, 10 кг соевого молочного порошка и 3 кг масла-какао (Л.М. Иольсон, 1932).

А согласно японскому патенту на способ приготовления соевого шоколада, тонкую дисперсию тофу в соевом молоке смешивают с отдельно расплавленным шоколадом, смесь размешивают, вводят в форму и отверждают при охлаждении. На кондитерских фабриках ФРГ допускается введение 5 % добавок муки сои в шоколадные полуфабрикаты. Это повышает их устойчивость к жировому «поседению» и окислительным процессам (С.Б. Иваницкий, В.Г. Лобанов, С.В. Назаренко, 1998).

Оболочка соевых семян

Обычно при производстве белковых соевых продуктов, молока, сыра оболочку семян удаляют. Её используют главным образом в кормах для животных, но небольшую часть очищают и

стерилизуют для дальнейшего применения в качестве диетической клетчатки в хлебных изделиях. В ней содержится: клетчатки – 92 %, влаги – 3,5 %, протеина – 0,5 %, золы – 1,5 %. Её водопоглощающая способность составляет 350–400 %, pH = 6,5–7,5, энергетическая ценность всего 0,1 ккал/г (Э. Лусас, Ки Чун Ри, 1998).

Специалистами ВНИИ жиров (В.В Ключкин, Л.М. Заводцова, З.М. Казанджан, Г.Т. Василенко, 1974) предложен простой и доступный способ отделения семенной оболочки у семян сои. С целью максимального съема оболочки рекомендуется подвергать семена сои влаготепловой обработке сухим насыщенным паром с последующей равномерной сушкой. Разработаны оптимальные режимы, согласно которым влаготепловая обработка проводится при давлении насыщенного пара 0,5 атм., температуре 110 °С, времени обработки – 10–30 сек, сушке при температуре нагретого воздуха 100–120 °С, скорости нагрева 20–30 град./мин, времени сушки 8 мин.

С целью утилизации отходов на предприятиях, перерабатывающих большое количество сои, необходимо создание промышленных технологий получения клетчатки или пектиновых веществ. Учеными установлено, что в соевой семенной оболочке содержится около 10 % пектиновых веществ, в то время как в целых семенах – около 1 % (С.В. Назаренко, Е.В. Щербакова, 2000).

9.2 МАСЛО И ПРОДУКТЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

В современном мире сою в большей степени используют как техническую культуру для получения масла.

Все возрастающие объемы производства соевого масла объясняются его высоким качеством. По одним источникам информации усвояемость соевого масла человеческим организмом равна 95–100 %, по другим она находится в пределах от 70 до 88 % (Л.М. Иольсон, 1932).

Подробная характеристика соевого масла дана в разделе «Химический состав семян». В подразделе «Липиды».

Что касается маслодобычи, существует два основных метода получения соевого масла: прессованием и экстракцией.

Подготовительные операции: очистка сои, сушка, обрушивание.

Соя прежде всего пропускается через магнитный аппарат и очищается от примесей на сепараторе, в котором она последовательно проходит по ряду наклонных сит, расположенных одно над другим. Первые два сита подбираются так, чтобы соя проваливалась через отверстия, а крупные примеси (солома, бобы) оставались на ситах. Третье сито подбирается так, чтобы через его отверстия проваливались мелкие примеси (песок, осколки семян, щуплые зерна, зерновые и сорные примеси), а соя шла сходом с сита (Л.М. Иольсон, 1932).

Сушка сои является обязательной в тех случаях, когда влажность ее превышает 13 %. Сушка облегчает переработку, увеличивает выход масла, улучшает качество масла, жмыха или шрота.

Обрушивание сои широко применяется в экономически развитых странах, так как оно обеспечивает увеличение выхода и улучшение качества масла, жмыха и шрота.

Согласно работам Д.Б. Верфел, Н.Х. Витт (1998) сущность процесса переработки семян с целью получения масла заключается в следующем.

Получение масла прессованием.

Механический отжим масла – это очень старая технология. В США она использовалась почти до 1950 г., пока на смену ей не пришла экстракция масла растворителем. Но механический отжим до сих пор применяется в мало развитых странах или в случае получения небольших объемов соевого масла специального назначения (например, такого, как масло «холодного прессования» с повышенной биологической ценностью). Иногда этот способ используют для производства соевого жмыха с повышенным содержанием масла для производства кормов (Д.Б. Верфел, Н.Х. Витт, 1998).

Недостатки прессового способа получения масла:

– низкая производительность (от 15 до 30 т/сут. на один пресс);

– высокая остаточная масличность жмыха (4–7 %);

– большая энергоемкость.

Последовательность операций при механическом отжиме семян сои:

1 – измельчение соевых семян;
2 – нагревание до достижения 4–6 % влажности;
3 – прессование.

Получение масла экстракцией

Перед экстракцией семена сои можно предварительно обрушивать. Для этого их подсушивают до влажности 10 %.

После сушки соевые семена подвергают отлежке в течение 25–72 часов для выравнивания влажности и ослабления связи оболочки с ядром и облегчения процесса обрушивания.

Как правило, семенную оболочку удаляют при необходимости получения высокобелкового шрота для кормов или пищевой муки. Высокобелковый шрот хорошего качества требуется в особенности в птицеводстве.

После обрушивания семена очищают, пропуская через магнитные ловушки и сепаратор. В дальнейшем подают *на аспирацию*, затем – *на дробление.*

Задача дробления – получение крупки из соевых семян. Обычно семена дробят на 4-6 частей на вальцевых дробилках. Соевую дробленку направляют *на кондиционирование, плющение и экстракцию.*

В кондиционерах дробленку нагревают приблизительно до 71 °С и впрыскивают пар или распыляют воду для доведения влажности приблизительно до 11 %, что придает материалу пластичность, необходимую для плющения.

Плющильный станок состоит из пары гладких вальцов диаметром от 60 до 80 см и длиной от 150 до 200 см. Толщина лепестка колеблется от 0,2 до 0,5 мм. В дальнейшем лепесток подается на пресс (или так называемый экструдер, эспандер). Он позволяет получить из лепестка пористые гранулы. В экструдере производится обработка паром при температуре от 105 до 120 °С. После чего массу охлаждают до 60 °С перед экстракцией. Экстракцию производят растворителем – гексаном. Затем осуществляют рекуперацию растворителя. Сырое соевое масло направляют *на рафинацию*.

Рафинацию масла осуществляют по схеме:

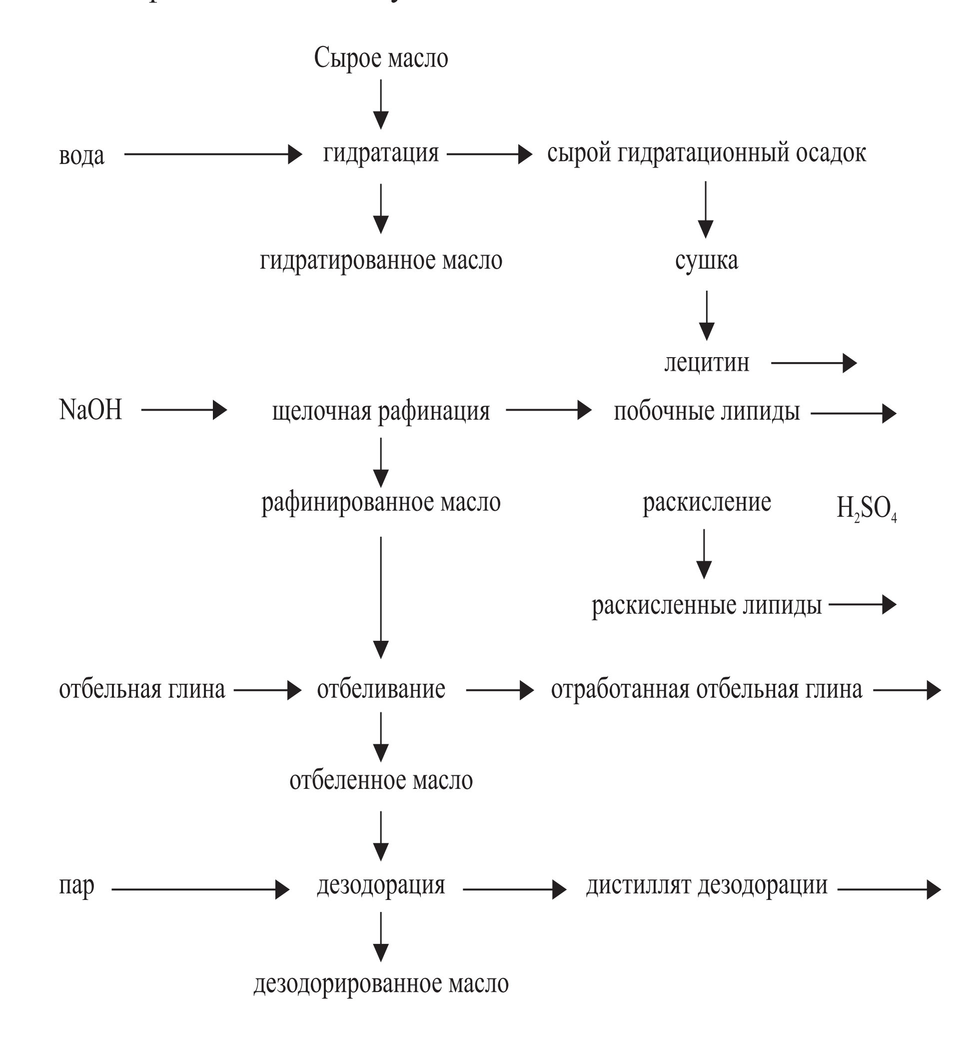


Рисунок 5 – Схема переработки соевого масла (Д.Р. Эриксон, К.Т. Зандер, Д.Б. Верфел, 1998)

В результате рафинации сырого масла происходит изменение его состава. Средние показатели приведены в таблице 71.

Таблица 71

Состав сырого и рафинированного соевого масла,%*

Компонент	Сырое масло	Рафинированное масло
Триглицериды	95–97	более 99
Фосфатиды	1,5–2,5	0,003–0,045
Неомыляемые вещества:	1,6	0,3
растительные стеролы	0,33	0,13
токоферолы	0,15–0,21	0,11–0,18
углеводороды (сквален)	0,014	0,01
Свободные жирные кислоты	0,3–0,7	менее 0,05
Следы металлов, мг/кг:		
железо	1–3	0,1–0,3
медь	0,03–0,05	0,02–0,06

*Д.Р. Эриксон, К.Т. Зандер, Д.Б. Верфел, 1998

Применение соевого масла.

В Европе и Америке соевое масло начало быстро прививаться в начале XX века, сначала для мыловарения и для производства глицерина, а затем для производства олифы и красок. В рафинированном виде – для пищевых целей и производства маргарина. В настоящее время одна треть всех производимых растительных масел приходится на долю соевого рафинированного, дезодорированного масла. Его используют в салатных маслах и заправках, кулинарных маслах, майонезах, бутербродных спредах, шоколадной глазури, кремах для пирожных (Соевые белковые продукты, 2002).

Соевый фосфатидный концентрат (СФК)

СФК включает в себя фосфатидилхолины (лецитины), фосфатидилэтаноламины (кефалины), фосфатидилсерины, фосфаинозитиды, а также некоторое количество триглицеридов жирных кислот и некоторых других веществ.

В нашей стране их выпускают в жидком, порошкообразном или гранулированном виде в зависимости от содержания в них триглицеридов жирных кислот.

Типичный состав соевого фосфатидного концентрата:
(по данным «ИНФОРУМ КАКАО, 1997»)

Соевое масло,%	35
Лецитин,%	18
Кефалин,%	15
Инозитолфосфатиды,%	11
Другие фосфолипиды и полярные липиды,%	9
Углеводы,%	12
Инозитол, мг/г	14
Холин, мг/г	23
Токоферол, мг/г	1,3

В состав СФК также входят биотин, фолиевая кислота, тиамин, рибофлавин, пантотеновая кислота, пиридоксин, ниацин (Инфорум «Какао», 1997).

В отечественном СФК нормой для высшего, первого и второго сортов является 60, 55, 50 % чистых фосфатидов соответственно, импортных – их содержание не менее 60 %, но в основном 62–65 % (Инфорум «Какао», 1997).

Благодаря своей структуре, в которой, с одной стороны, имеются липофильные радикалы жирных кислот, а с другой, – гидрофильные радикалы фосфорной кислоты, фосфолипиды являются хорошими эмульгаторами.

В тех случаях, где необходимо создать водно-жировую эмульсию, СФК незаменимы. Они широко используются при производстве маргарина, майонеза, шоколада, вафель, хлебобулочных изделий, кремовых начинок, а также сухих смесей для выпечки, напитков, сухих соков, растворимого какао, сухих сливок и т. д.

Соевые фосфатидные концентраты добавляют в жевательные резинки, бисквиты и крекеры, хлопья к завтраку, мороженое, макароны, мягкую карамель и т. д. (Инфорум «Какао», 1997).

14 Заказ 079

9.3 МУКА, ШРОТ, КОНЦЕНТРАТЫ, ИЗОЛЯТЫ, ТЕКСТУРАТЫ

В 2007 году в мире производилось 1,25 млн. т соевой муки, 250–350 тыс. т соевого изолята и 400–470 тыс. т соевого концентрата. Россия потребляла 5 % от мирового объема производства соевых продуктов. Импорт соевых продуктов в Россию составлял 8 тыс. т, то есть всего лишь 1 % мирового объема выпуска соевых продуктов (URL:http://gras.oryol.ru).

Соевая мука и крупа являются наименее рафинированной формой соевых белковых продуктов и могут различаться по содержанию жира, размеру частиц и степени тепловой обработки. Соевая мука бывает трех типов*: полножирная* (40 % белка, 20 % жира), *полужирная* (45 % белка, 10 % жира), *обезжиренная* (свыше 50 % белка, 1–2 % жира) (Т.М. Бикбов, 2000).

В США производят ***жирную соевую муку и крупу***, измельчая очищенные от оболочки семена. Содержание белка ($N \times 6{,}25$) в них составляет 40 %. Ее применяют как экономичный ингредиент для замены сухого молока.

Жирную соевую муку используют при производстве хлеба, крекеров, конфет, смеси для пончиков, блинной муки, растворимых молочных напитков.

Энзиматически активная жирная мука проходит минимальную термическую обработку для сохранения ее липоксигеназной активности. Этот фермент вызывает изменения в хлебном тесте, в результате чего происходит отбеливание каротиноидных пигментов, хлеб получается светлее. В таком хлебе образуются пероксиды, укрепляющие белки клейковины (D.K. Dubois, W.J. Hoover, 1981). Ее используют также при получении функциональных концентратов и изолятов.

Обезжиренная соевая мука получается путем размола и просеивания обезжиренного шрота. Содержание белка в муке около 52 %. Она содержит 38 % углеводов, в том числе 35 % сырой клетчатки, 1 % жиров, 5 % золы (Е.С. Шершнев, А.А. Коротких, В.Г. Ларионов и др., 1998).

Обезжиренную соевую муку и крупу вырабатывают также, измельчая соевый лепесток, полученный после удаления оболочки семян и экстракции растворителем. Содержание белка составляет 52–54 %. Мука должна проходить через сито US № 100, крупа – US № 8 или № 80. Их получают в энзиматически активной форме или с разной растворимостью в воде, выраженной как индекс диспергируемости протеина (PDI) или индекс растворимости азота (NSI).

Иногда, в тех случаях, когда нужно снизить пылеобразование или необходим жир в рецептуре или же требуется получить быструю диспергируемость порошка, вводят соевое масло или лецитин (от 0,5 до 30 %).

Лецитинированная мука и мука с восстановленным содержанием жира могут заменять яйца в хлебопекарной промышленности для изготовления пончиков, сладостей, оладий, блинов и тортовых смесей. Пончики с соевыми белками абсорбируют меньше жира в процессе обжаривания в кипящем масле благодаря тому, что жир не попадает внутрь изделия. В результате получаются более качественные пончики, производство которых обходится дешевле благодаря сокращению расхода масла. Используемая в количестве 3–3,5 % лецитинированная соевая мука улучшает цвет корочки, форму, увеличивает количество абсорбированной влаги, что задерживает процесс черствления (Соевые белковые продукты, 2002).

Согласно информации Совета по соевым белкам, в расчете на абсолютно сухое вещество в обезжиренной муке и крупе содержится: сырого белка 56–59 %, сырого жира – 0,5–1,1, сырой клетчатки – 2,7–3,8, золы – 5,4–6,5, углеводов – 32–34 % (Э.В. Лусас, Ки Чун Ри, 1998).

Соевая мука широко используется в хлебопекарной и кондитерской промышленности большинства экономически развитых стран. В России интерес к ней значительно возрос в последние 7 лет. Разработаны рецептуры хлеба, батонов, булочек с содержанием соевой муки от 3 до 20 %. Обезжиренная мука используется в пивоварении для получения устойчивой пены (Л.Г. Щелко, 1998).

Добавление 10 % соевой муки в хлебобулочные изделия повышает объемный выход на 10–15 %, увеличивает содержание белка, повышает водопоглотительную способность теста, обеспе-

чивает равномерную, хорошо развитую пористость, улучшает эластичность и цвет мякиша. Она повышает содержание клетчатки в готовом изделии, придает интенсивную окраску корке, продлевает сроки хранения готовой продукции (С.В. Калашникова, В.И. Манжесов, Т.Н. Тертычная, 2001).

Соевая мука используется японцами для производства рыбных пресервов особенно для нежных сортов рыб (мойва и др.) для того, чтобы не расползалось брюшко.

Соевый шрот

После экстракции масла остается соевый шрот. Его подвергают влаготепловой обработке (тостируют) для того, чтобы устранить антипитательные вещества и обеспечить максимальную питательную ценность (табл. 72).

Контроль качества шрота осуществляют по активности уреазы. Для этого замеряют увеличение pH в течение 30 минут после обработки шрота мочевиной в стандартных условиях.

Согласно ГОСТ 12220-96 при увеличении pH менее чем на 0,1–0,15 единицы, тепловая обработка считается удовлетворительной.

Другим аналитическим методом, который дает представление о безопасности шрота, является метод определения активности ингибиторов трипсина. В целом считают, что если остаточная активность ингибиторов трипсина ниже 6 мг/г, то тостирование обеспечило необходимое качество шрота (Д.Б. Верфел, Н.Х. Витт, 1998).

Таблица 72

Основные показатели для соевого шрота тостированного по ГОСТ 12220-96

Показатель	Число, ед. измерения
1	2
Массовая доля влаги и летучих веществ	9–10 %
Массовая доля сырого жира в пересчете на сухое вещество	1,3–1,5 %
Массовая доля протеина в пересчете на сухое вещество	50–52 %

Продолжение таблицы 2

1	2
Массовая доля остаточного растворителя	0,05 %
Активность уреазы	0,1–0,15, изм. pH за 30 мин
Массовая доля золы нерастворимой в 10 % соляной кислоте в пересчете на сухое вещество	0,1–0,15 %
Массовая доля сырой клетчатки в пересчете на сухое вещество	6,5–7,0 %

Согласно обзорной информации (Промышленное производство пищевых форм соевых белков за рубежом, 1988), требования к *качеству шрота* зарубежных фирм должны быть следующие:

Органолептические показатели:

Цвет…………………… От белого до светло-желтого

Запах и вкус………….. Свойственный соевому шроту, без горечи и постороннего привкуса

Физико-химические показатели:

Влажность, %, не более 10–12

Сырой протеин, %, не менее 50

Масличность, %, не более 0,5–0,7

Клетчатка (оболочка), %, не более 3,0

Больше всего соевый шрот используют в кормопроизводстве для приготовления заменителей молока для телят, кормов для свиней, крупного рогатого скота, птиц, домашних животных, пушного звероводства, рыб и пчел.

Концентраты соевых белков

Соевые белковые концентраты изготавливаются из очищенных от оболочки и обезжиренных семян (белых лепестков) путем удаления небелковых компонентов (олигосахаридов, минеральных веществ) различными способами. Они содержат 65–70 % белка на сухое вещество (N × 6,25), около 25 % углеводов, 3,5 % сырой клетчатки, 1 % жиров, 0,5 % золы (Е.С. Шершнев, А.А. Коротких, В.Г. Ларионов, Л.Д. Табагуа, М.Л. Мамиконян, 1998).

Требования некоторых зарубежных фирм к качеству концентрата таковы: влажность 6–8 %, сырой протеин – не менее 70 %,

индекс диспергируемости белка (от содержания сырого протеина) – 75,0, зола – 6 % (Промышленное производство пищевых форм соевых белков за рубежом, 1988).

В США производят белковые концентраты со следующими характеристиками в расчете на сухое вещество: сырой белок (N × 6,25) составляет 65–72 %, сырой жир – 0,5–1,0, сырая клетчатка – 3,5–5,0, зола – 4,0–6,5, углеводы – 20,0–22,0 % (Э. Лусас, Ки Чун Ри, 1998). Усвояемость человеком соевых белковых концентратов находится в пределах 91–96 % (Соевые белковые продукты, 2002).

Концентраты соевого белка получают тремя способами:

1 – экстракцией белого лепестка 20–80 % водным раствором этилового спирта (белый лепесток получают из семян сои, очищенных от оболочки и обезжиренных гексаном);

2 – кислотной промывкой белого лепестка или муки;

3 – денатурацией протеина с помощью влаготепловой обработки и последующей экстракцией водой (Э. Лусас, Ки Чун Ри, 1998).

Приблизительный состав соевых белковых концентратов, полученных тремя способами, приведен в таблице 73.

Таблица 73

Примерный состав соевых белковых концентратов, полученных по различным технологиям*

Компонент	Промывка		
	спиртовая	кислотная	горячая
Влага, %	6,0	6,0	5,0
Протеин, %	71	70	72
Жир, %	0,3	0,3	0,1
Сырая клетчатка, %	3,5	3,4	3,8
Зола, %	5,6	4,8	3,0
Углеводы, % по разнице	17,6	19,5	20,1

* – Э. Лусас, Ки Чун Ри, 1998

Спиртовая экстракция. Примерно 330 тыс. тонн, или около 94 % мирового объема соевого концентрата, вырабатывается по технологии водно-спиртовой экстракции. Из них примерно 25 % в дальнейшем преобразуется в функциональный соевый протеиновый концентрат, а 20 % текстурируется (Сфера, 2002).

Поскольку в схеме производства соевых белковых концентратов методом спиртовой экстракции указан широкий диапазон концентрации этилового спирта (от 20 до 80 %), то нами была проведена экспериментальная работа по определению наиболее оптимальной концентрации спирта при обработке семян различных отечественных сортов сои. Диапазон содержания белка в исходных семенах был от 36 до 49 %. Результаты показали, что во всех случаях для любого сорта максимальное содержание белка в концентрате было при использовании 70 % этилового спирта.

Для того, чтобы определить, какую роль играет химический состав семян сои при получении соевых белковых концентратов с наибольшим содержанием в них белка, Е.Г. Ефремова и В.С. Петибская (2003) провели специальные опыты. Для изучения взяли сорта, существенно различающиеся по содержанию белка, жира и активности антипитательных веществ – ингибиторов трипсина (табл. 74).

Таблица 74

Биохимический состав различных сортов сои

Сорт	Содержание, %		Активность	
	белок	жир	ингибиторы трипсина, мг/г	уреаза, ΔpH
Лань	36,6	24,4	28,0	2,45
Руно	41,0	20,9	23,0	2,56
Фора	46,5	16,4	13,3	2,54
Веста	44,7	17,6	16,3	2,55
Валента	48,0	16,7	12,3	2,59

Белковые концентраты получали в лабораторных условиях из цельных обезжиренных семян и из семян без оболочек. Результаты представлены в таблице 75.

Полученные данные свидетельствуют о том, что особенности биохимического состава исходных семян играют большую роль в формировании качества белковых концентратов. Так, из семян традиционных сортов сои Лань и Руно с исходным содержанием белка в семенах 36,6 и 41,0 % получить белковые концентраты, соответствующие требованиям (65–72 %), не удалось. После обезжиривания семян этих сортов, удаления оболочек, обработ-

Таблица 75

Содержание белка в соевых продуктах, получаемых в процессе производства белкового концентрата методом спиртовой экстракции, %

Сорт	Исходные семена	Семена без оболочек	Обезжиренные семена		Обезжиренные семена без оболочек, после спиртовой экстракции
			в оболочках	без оболочек	
Лань	36,6	40,9	44,0	48,6	59,4
Руно	41,0	45,7	50,7	54,8	63,2
Фора	46,5	49,8	55,0	57,1	70,6
Веста	44,7	48,0	55,2	57,3	66,8
Валента	48,0	53,2	58,7	61,9	73,2

ки 70 %-ным этиловым спиртом, были получены концентраты с содержанием белка ниже 65 %.

И только использование новых современных сортов сои пищевого назначения селекции ВНИИМК: Фора, Веста, Валента позволило получить белковые концентраты с содержанием белка свыше 65 %. Из них наибольший интерес для производства соевых белковых концентратов представляет сорт Валента. Его использование позволяет получить концентрат с содержанием белка 73,2 %.

Каждый этап удаления небелковых веществ из семян (снятие оболочек, обезжиривание, спиртовая экстракция) способствовал увеличению концентрации белка в конечном продукте в определенных пределах.

Например, только удаление семенной оболочки обусловило повышение концентрации белка на 3,3–5,2 абс. %, обезжиривание семян без удаления оболочек на 7,4–10,7 абс. %, удаление оболочек и последующее обезжиривание семян – на 10,6–13,9 абс. %. Только один процесс спиртовой экстракции позволяет увеличить концентрацию белка в продукте на 8,4–13,5 абс. %. В общей сложности, в результате последовательного осуществления всех этих технологических операций, удалось повысить концентрацию белка в продукте по сравнению с исходными семенами на 22,1–25,2 абс. % для изученных нами сортов.

Следует отметить, что чем больше содержание сырого белка в исходных семенах, тем выше его концентрация в продукте, полученном после удаления оболочек, обезжиривания и обработки 70 %-ным этиловым спиртом. Коэффициент корреляции между этими признаками высок (r = 0,98).

Биохимический анализ белковых концентратов, полученных из обычных сортов традиционной селекции и специальных высокобелковых сортов (методом спиртовой экстракции), представлен в таблице 76.

Таблица 76

Биохимический состав соевых белковых концентратов, полученных спиртовой экстракцией

Сорт	Белок, %	Жир, %	Активность	
			ингибиторы трипсина, мг/г	уреаза, Δ pH
Лань	59,4	2,46	0	0
Руно	63,2	2,02	0	0
Фора	70,6	1,50	0	0
Веста	66,8	1,83	0	0
Валента	73,2	0,95	0	0

Данные таблицы 76 свидетельствуют о том, что белковые концентраты, полученные из традиционных сортов Лань и Руно, не соответствуют требованиям, предъявляемым к данному виду продукции. Они содержат не только менее 65 % белка, но и остаточная масличность их выше нормы (более 1,5 %). Пищевые сорта Фора, Веста и Валента вполне пригодны для производства соевых белковых концентратов. Наилучшим сортом является Валента.

В белковых концентратах, полученных из разных сортов сои методом спиртовой экстракции, активность антипитательных веществ (ингибиторов трипсина и уреазы) не проявилась. Концентраты не имели специфического бобового запаха и привкуса.

Преимуществами белковых концентратов, полученных методом спиртовой экстракции, являются:

– отсутствие бобового привкуса и запаха;

– отсутствие антигенных веществ и физиологически нежелательных компонентов семян, вследствие чего они подходят для выработки детского питания;

– возможность дополнительно получать из соевой мелассы концентраты физиологически активных веществ –изофлавонов, что резко увеличивает рентабельность производства;

– значительно снижено количество промывных и сывороточных вод (М.Л. Доморощенкова, 2001);

– простота и рентабельность цикла обработки, низкий уровень производственных затрат;

– продукт характеризуется мягкостью, не имеет запаха и вкуса бобов, в особенности после преобразования в функциональный соевый концентрат (Сфера, 2002).

Кислотная промывка. Большинство соевых белков являются нерастворимыми в воде в изоэлектрической точке при pH 4,5. Согласно способу Сэйра (L. Sair, 1959), обезжиренный соевый лепесток промывают водой при pH 4,5 для удаления растворимых углеводов. Полученный продукт нейтрализуют и сушат распылением. В типичном процессе кислотной промывки соотношение воды и лепестка или муки должно составлять 10–20:1. Для доведения pH до 4,5 используют соляную кислоту. Экстракцию проводят при температуре 40 °С в течение 30–45 минут. Чтобы выделить твердую фракцию с содержанием сухих веществ 20 %, применяют декантеры или центрифуги. Иногда делают повторную промывку и центрифугирование. Полученный кислый тестообразный продукт можно сразу высушить, но обычно его нейтрализуют натриевой или кальциевой щелочью до pH 6,8, а затем сушат распылением при температуре на входе и выходе сушилки соответственно 157 и 86 °С.

Горячая промывка. Согласно патенту Маканелли (1964), сначала из соевой муки и воды получают тестообразную массу, затем нагревают ее под давлением, чтобы денатурировать протеин, и экструдируют для образования пористой структуры. Последнюю промывают горячей водой. Около 5–10 % углеводов, остающихся в соевых белковых концентратах после промывки, – растворимые сахара, остальные – нерастворимые полисахариды (Э. Лусас, Ки Чун Ри, 1998).

Для того чтобы повысить эффективность кислотной промывки учеными Кубанского государственного технологического института (КубГТУ) предложена модификация этого метода. Она

заключается в использовании микробного препарата термоустойчивой альфа-амилазы при одновременном повышении температуры экстракции небелковых компонентов соевой муки до 90 °С. Благодаря этому технологическому приему концентрацию белка после белковой промывки удается повысить с 63,7 до 72,8 %, а массовую долю гидролизуемых углеводов снизить с 13,6 до 2,9 % (С.В. Назаренко, 2000).

Сконцентрировать белок сои можно и ***методом флотации***. Сою тонко измельчают. Для флотации белковых тел используют глицерин, хлорид натрия, сахарозу, соли металлов и органических кислот. Плотность раствора должна составлять 1,2–1,5 г/мл, а активность воды – менее 0,85, чтобы не допустить гидратации. Содержание протеина в готовом продукте превышает 80 % (C.W. Kolar, S.H. Richert, C.D. Decker et all., 1985).

Изоляты соевых белков

Изоляты – это наиболее очищенная форма соевых белков. Их производят из освобожденных от оболочки и обезжиренных семян путем удаления большинства небелковых соединений. Изоляты содержат до 90–92 % белка, 2,5 % углеводов, 0,2–0,5 % жира, 0,5 % сырой клетчатки и 4,5 % золы (Е.С. Шершнев, А.А. Коротких, В.Г. Ларионов, 1998; Т.М. Бикбов, 2000).

Согласно информации Совета по соевым белкам в соевых белковых изолятах в расчете на сухое вещество содержится: сырого белка (N × 6,25) – 90–92 %, сырого жира – 0,5–1,0, сырой клетчатки – 0,1–0,2, золы – 4,0–5,0, углеводов – 3–4 % (Э.В. Лусас, Ки Чун Ри, 1998).

Белок экстрагируется из измельченного белого лепестка слабощелочным раствором (pH 8–11) с последующим осаждением в изоэлектрической точке (pH 4,2–4,5) и отделением от олигосахаридов. Белковая масса промывается, нейтрализуется до pH 6,8 и сушится.

Следует отметить, что до сих пор в России нет ни одного предприятия по производству соевых изолятов, хотя потребность в них велика, так как они используются в мясоперерабатывающей, хлебобулочной, кондитерской, молочной, жировой про-

мышленности, а также в детском питании и продуктах лечебно-профилактического назначения.

Основными поставщиками этого продукта в нашу страну были западные страны. Но с тех пор, как они стали использовать генно-модифицированную сою, произошел постепенный отказ от их поставок и замена китайскими изолятами.

Существует много технологических процессов производства изолятов соевых белков. Наибольшее распространение получили технологии, основанные на переработке соевого шрота, вырабатываемого после экстракции масла из семян.

В основу технологической схемы положены особенности растворимости и осаждения тех или иных компонентов зерна в водных растворах с различным уровнем pH (W.J. Wolf, J.C. Cowan, 1975). Основная цель – извлечение и удаление небелковых веществ (масла, углеводов, воды и др.) таким образом, чтобы содержание сырого белка ($N \times 6,25$) в конечном продукте составило не менее 90 % абс. сух. вещ.

Согласно экспериментальным данным авторов, неденатурированный соевый белок лучше всего растворяется при pH 1,5–2,5 и 7–12, хуже всего – в изоэлектрической области значений pH: 4,2–4,6. Эти данные и легли в основу технологии получения соевых белковых изолятов (W. J. Wolf, 1983).

Основные стадии процесса их производства заключаются в следующем:

1. Растворение протеина, содержащегося в измельченном белом лепестке при соотношении экстрагируемого материала и растворителя 1:10–1:20, температуре 60 °C и pH воды 9–11. Достигается добавлением гидроксида натрия.

2. Удаление нерастворимой клетчатки центрифугированием.

3. Концентрирование протеина осаждением соляной кислотой (pH 4,2–4,5) и механической декантацией.

4. Промывка осадка (сгустка) водой и повторное концентрирование декантацией

5. Нейтрализация до pH 6,8 гидроксидом натрия или кальция.

6. Распылительная сушка при температуре на входе в сушилку 157 °C, на выходе – 86 °C.

В некоторых технологиях нерастворимый остаток шрота промывают дважды, чтобы увеличить выход белка. Для производства изолятов следует использовать деионизированную воду.

При пользовании данной технологической схемы, существует возможность снизить содержание фитатов, поскольку растворимость последних отличается от растворимости соевого белка при pH = 5. Промывка водой с pH = 5 способствует удалению из соевых концентратов почти 75 % фитатов. Осаждение щелочного экстракта соевых белков сначала при pH = 5 дает возможность получать изолят, обогащенный 11S белками, с низким количеством фитатов (R.C. Rhee, Y.R. Choi, 1981).

Соевые белковые изоляты после их получения могут быть обогащены кальцием, если они в дальнейшем будут предназначены в качестве заменителя молочных продуктов. Изоляты белка можно лецитинировать для улучшения диспергируемости, а также гранулировать для увеличения плотности продукта.

Соевые белковые изоляты могут быть структурированы с помощью одношнековых или двухшнековых экструдеров, инжекции пара, «экспресс-варки» или путем пропускания раствора изолята через специальные форсунки в кислотно-солевую ванну, в которой происходит коагулирование белка в форме волокон. Эти волокна могут комбинироваться со связующими веществами с образованием пучков волокон для использования в виде аналогов птицы или морепродуктов (Соевые белковые продукты, 2002).

Существует ***способ разделения белковых фракций по молекулярной массе с помощью ультрацентрифугирования*** на следующие фракции соевых глобулинов:

2S – содержание 22 % (от общего), м.м. (молекулярная масса) 8000–21500;

7S – 37 %, м.м. 180 000–210 000,

11S – 31 %, м.м. 350 000,

15S – 11 %, м.м. 600 000.

Основные белки соевых семян – 7S (бетта-конглицинин) и 11S (глицинин) различаются по функциональным свойствам. Например, 11S белок играет важную роль в образовании поперечных связей с двухвалентными катионами при образовании творожистых сгустков, таких как тофу. Фракция, обогащенная 11S бел-

ками, имеет термопластические характеристики, полезные для имитации сыра (W.J. Wolf, G.E. Babcock, A.K. Smith, 1962).

В Европе и Японии используют ***мембранные технологии*** для производства соевых белковых концентратов и изолятов. Они основаны на разнице в молекулярных массах. Основными процессами являются: ультрафильтрация (УФ) и обратный осмос (ОО). УФ обычно используют для удержания на фильтре или, наоборот, пропускания через фильтр молекул в соответствии с размером выбранных пор, а ОО – для обезвоживания и концентрирования.

Согласно Лаухон с коллегами, лепесток, измельченный в муку, экстрагируют водой. Уровень рН 8–9. Его устанавливают с помощью гидроксида кальция или натрия. Для растворения белка предпочтительнее применять гидроксид кальция, так как он дает больший выход изолята по сравнению с гидроксидом натрия. Температура процесса для тостированной муки 55 °С. После экстракции материал центрифугируют в течение 40 минут, чтобы удалить клетчатку, и пропускают через мембраны с селективностью по молекулярной массе 70 000. Ретантант, содержащий белковую фракцию, концентрируют с помощью обратного осмоса и сушат распылением (J.T. Lawhon, K.C. Rhee, E.W. Lusas, 1981).

Получают соевые изоляты и ***водной экстракцией***, но этот способ недостаточно эффективен.

Солевая экстракция. Мюррей с коллегами запатентовал способ получения изолята, в котором для экстракции соевых белков используют солевой раствор с ионной силой 0,3–0,6 М, рН 5,0–6,8 и температурой 15–25 °С. После экстракции раствор концентрируют на 1/3 объема и разбавляют до ионной силы менее 0,2 М, чтобы образовались мицеллы белка, осаждающиеся в виде аморфной массы. Затем их высушивают (E.D. Murray, T.J. Maurice, L.D. Barker et al., 1980).

Соевые продукты, получаемые тем или иным способом, обогащают кальцием, если они предназначены для использования в качестве заменителя молочных продуктов. Их гранулируют (для увеличения плотности) либо лецитинируют (для улучшения диспергируемости). Соевые белковые продукты используют как основу для создания новых функциональных продуктов с высокой питательной ценностью.

Фирмой Арчел Дониелс Мидланд (США) разработан **быстрорастворимый порошок «Нутри-Бев»,** включающий изолированный соевый белок, частично гидрогенизированное соевое масло, кукурузный сироп, минеральные вещества, витамины А, С, B_1, B_6, B_{12}, ниацин, фолиевую кислоту, ароматизаторы. Это продукт высокой питательной ценности. Он содержит 26 % белка, 26 % масла, 30 % углеводов, минеральные вещества и витамины, эквивалентные сухому цельному молоку (З.С. Зобкова, Т.П. Фурсова, 1998).

Компания «Протеин Технолоджиз Интернэшнл» производит **изолированные соевые белки серии «Супро».** Они характеризуются высокой диспергируемостью, возможностью создавать продукты заданной вязкости, разнообразной способностью к гелеобразованию, высокой эмульгирующей и стабилизирующей способностью, хорошей растворимостью.

На их основе производят напитки молочного типа для детей, страдающих невосприимчивостью к коровьему молоку, продукты для прикорма детей, сметану, фитойогурты, майонез, плавленные сыры, сухие и пастообразные продукты для различных диет. Разработаны рецептуры для геронтологического питания по доступным ценам. Изолированные соевые белки «Супро» используют для энтерального (зондового) питания тяжелобольных (Изолированные соевые белки «Супро» компании «Протеин Технолоджиз Интернейшнл», 1999).

Белковый изолят «Супро» используют для замены мясного сырья в пределах от 10 до 50 % массы основного сырья. Это возможно благодаря высоким гелеобразующим, водосвязывающим и эмульгирующим свойствам, а также нейтральному вкусу, не влияющему на органолептику готовой продукции (Протеин технолоджиз приглашает к сотрудничеству, 1999).

Соевые белковые изоляты представляют собой как белковый обогатитель, повышающий биологическую ценность продукта, так и функциональную добавку, которая способствует улучшению его технологических характеристик. В соответствии с проявляемыми свойствами, в мясоперерабатывающей промышленности изоляты используют в двух направлениях. Эмульсионные изоляты – в рецептурах колбас и сосисек, а инъекционные – для вве-

дения в цельномышечные изделия путем шприцевания (М.Л. Доморощенкова, Т.Ф. Демьяненко, И.М. Камышева и др., 2007).

Изоляты сои характеризуются следующими функциональными свойствами: растворимостью, гелеобразованием, эмульгированием, диспергируемостью, вязкостью и стабильностью при обработке под давлением. Их эмульгирующая способность колеблется от 10 до 35 мл масла на 100 мг белка. Водосвязывающая способность может достигать 400 %. Изоляты соевых белков способствуют образованию геля, который функционирует как матрица, удерживая влагу, жиры и твердые частицы (C.W. Kolar, S.H. Richert, C.D. Decker et al., 1985).

Учеными США установлено, что усвояемость белка у детей для соевой муки находится в пределах 84 %, для соевого изолята – до 95 %. Усвояемость взрослым человеком соевого молока, белковых концентратов и изолятов находится в пределах 91–96 %. Разные виды муки, концентраты и изоляты связывают от 1 до 6 граммов воды на 1 грамм белка (Соевые белковые продукты, 2002).

В США в **концентраты, изоляты и текстурированную муку**, используемые в качестве добавки к мясу в школьных завтраках или детском питании, дополнительно вводят витамины и минеральные вещества (табл. 77).

Таблица 77

Требования USDS-FNS к витаминному и минеральному составу белковых добавок в детском питании.*

Витамины и минеральные вещества	Минимальное количество на 1 г протеина
Витамин А, ИЕ	13,0
Тиамин, мг	0,02
Рибофлавин, мг	0,01
Ниацин, мг	0,30
Пантотеновая кислота, мг	0,04
Витамин B_6, мг	0,02
Витамин B_{12}, мкг	0,10
Железо, мг	0,15
Магний, мг	0,15
Цинк, мг	0,50
Медь, мкг	24,0
Калий, мг	17,0

* – Э. Лусас, Ки Чун Ри, 1998

И для детей от момента рождения до 1 года в рецептуру детского питания с использованием соевых изолятов вводят витамины и минеральные элементы в определенном количестве и соотношении. При этом усвояемость молочных белков и соевых изолятов в продуктах детского питания очень сходны (Соевые белковые продукты, 2002).

Текстурированные соевые продукты

Назначение текстурированных соевых продуктов заключается в придании им волокнистой или многослойной структуры. По внешнему виду они напоминают мясо, птицу или морские продукты.

При производстве *полуобезжиренных текстуратов* сырьем могут быть соевые семена. Содержание сырого белка в исходных семенах должно быть не ниже 38 %, масличность не должна превышать 18–20 %, содержание сырой клетчатки должно быть ниже 3,5–4,0 %. Избыточное количество клетчатки (более 4,0 %) будет мешать процессу текстуризации, создавая разрывы в белковой матрице. При производстве *обезжиренных текстуратов* используют белый лепесток, обезжиренный соевый пищевой шрот и изолят. Белый лепесток должен содержать не менее 50 % белка, не более 1 % жира, не более 3,5 % сырой клетчатки и иметь высокое содержание водорастворимых белков (NSI/PDI 60–80). При производстве текстурированных соевых концентратов используют белковые концентраты, полученные по технологии спиртовой экстракции (М.Л. Доморощенкова, 2006).

По своей структуре соевые текстураты бывают двух видов: пряденые и волокнистые. В США благодаря усилиям многих ученых была разработана следующая схема производства волокнистых продуктов из соевого белка: 14–18 %-ю дисперсию соевого изолята выдерживают в растворе гидроксида натрия при pH 10–11 и температуре 40–50 °С до тех пор, пока она не превращается в массу, способную к вытягиванию в нити. Эту массу пропускают через платиновую формующую головку, содержащую более 15 000 отверстий диаметром 0,2–0,25 мм, в кислую коагуляционную ванну.

15 Заказ 079

Параллельные волокна образуют бичеву, ее пропускают через вторую ванну с подогревом. В ней волокна дополнительно вытягиваются. Сюда же добавляют яичный альбумин, жир, ароматизаторы и красители, чтобы сформировать аналог мяса.

В настоящее время для производства текстурированных продуктов используют не только соевые белковые изоляты, но и соевую муку или белковые концентраты, которые подвергают варочной экструзии, что удешевляет стоимость конечной продукции.

Одна из схем производства текстурированного соевого белка описана М.Л. Доморощенковой и Т.Ф. Демьяненко (2002).

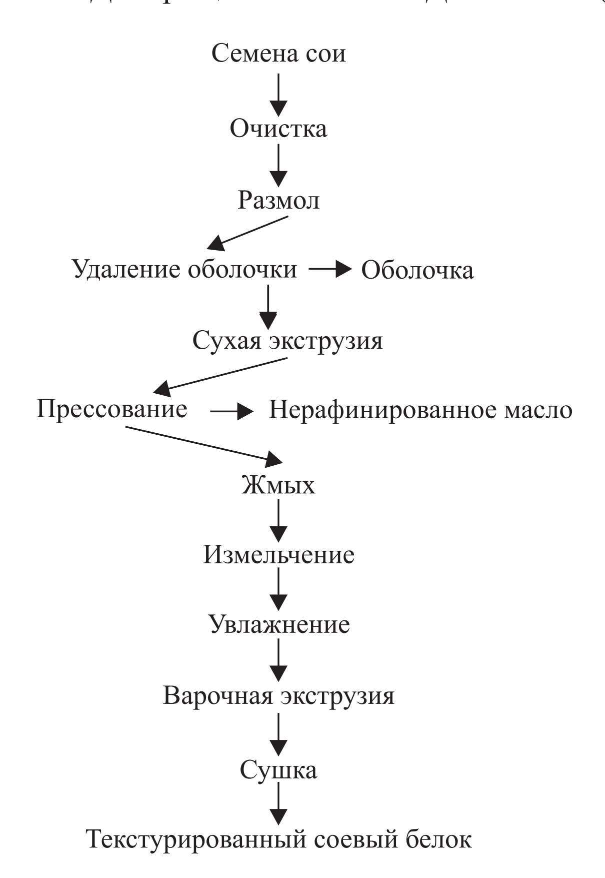


Рисунок 6 – Схема получения текстурированного соевого белка

На российском рынке имеются разные виды текстурированных соевых белков, которые различаются по содержанию белка (48–72 %), жира (0,3–8,0 %), по цвету, вкусу, гранулометрическому составу (М.Л. Доморощенкова, 2006).

По данным ЗАО «Техномол», производимый ею текстурированный белок, не имеет специфического вкуса и запаха, присущего сое. Он содержит до 56 % белка, до 6 % жира, обладает водоудерживающей способностью (до 390 %) и жиросвязывающей способностью (до 138 %) (Соевые продукты ЗАО «Техномол», 2002).

Текстурированные соевые продукты продают в замороженном виде, но производство их не велико.

Основным потребителем текстурированных соевых белков является мясо- и рыбоперерабатывающая, консервная и пищеконцентратная промышленность, а также общественное питание. Достоинствами текстурированных белков являются высокая пищевая ценность, многофункциональные технологические качества, переносимость неоднократной тепловой обработки, легкость применения, длительный срок хранения, экономическая выгода от использования при полной или частичной замене дорогостоящих продуктов (М.Л. Доморощенкова, 2006).

Соевые текстураты используют в качестве ингредиентов рубленных и грубоизмельченных мясных изделий для создания хорошей структуры, снижения потерь при термообработке, длительного сохранения влаги в продукте при одновременном повышении в нем содержания белка и снижении жира. Изделия из говядины становятся более мягкими, сочными. Изделия из свинины сохраняют структуру независимо от ее жирности (Р.М. Салаватулина, 1996).

Текстураты используют в полукопченых и варёно-копченых колбасах, полуфабрикатах, пельменях, консервах. В дешевых рецептурах замена текстурированным белком составляет более 50 %. При этом для стабилизации и улучшения структуры Фирма «Монгуция» рекомендует использовать текстурат совместно с концентратом Майкон 70 (П. Микляшевски, В.В. Прянишников, А.Н. Пестова и др., 2003).

Все большую популярность среди населения приобретают текстураты различных модификаций: фарш, соевый гуляш, бефстро-

ганов, шницель с нейтральным вкусом или с приправами и ароматизаторами. Они поставляются в сухом виде и требуют замачивания в воде. Фарш после набухания остается в виде дискретных кусочков, для скрепления которых в связанную массу, нужно добавить яйцо. Для придания определенного вкуса и аромата используют бульонные кубики или традиционные специи.

Экструдированная соя

В переводе с английского языка *«extrude»* – выдавливать, прессовать, шприцевать. Экструзия представляет собой механическую и гидротермическую обработку сырья, производимую в специальных устройствах – экструдерах.

В экструдере вследствие сжатия продукта с помощью шнека до 40–50 атм. и нагрева внутри ствола происходит превращение внутриклеточной влаги в пар. При выбросе во внешнюю среду сжатой сои из ствола экструдера происходит резкое падение давления, и растительная клетка взрывается парами воды изнутри.

Процесс экструдирования длится 8–12 сек. При этом происходит ряд биохимических процессов: инактивируются ферменты липаза и липоксигеназа, снижается активность уреазы и ингибиторов трипсина, повышается переваримость белка.

Экструдированный продукт, вследствие инактивации гидролитических ферментов и снижения влажности, может храниться не менее четырех месяцев.

С использованием технологии экструдирования получают не только корма, но и широкую гамму пищевых продуктов с новой структурой и свойствами (Фирма «Инста-Про»).

При равных условиях и одинаковом вводе соевых шрота, жмыха или экструдата в комбикорма первенство по привесам птицы оказалось за экструдированной соей, но главным стала экономическая эффективность. Созданная на основе экструдированной сои БВМД для кур-несушек с нормой ввода 8 %, дает возможность полностью решить проблемы рациона по балансу аминокислот, энергии, макро- и микроэлементов и удешевить рацион на 5–12 % (С. Бортников, 2005).

9.4 СОЕВОЕ МОЛОКО И МОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ

Соевым молоком называется продукт, по внешним признакам, составу и свойствам сходный с животным молоком.

Ежегодно потребление его в мире растет. На сегодняшний день оно составляет (млн. л/год): в США – 120, Канаде – 40, Южной Америке – 30, Англии – 20, Германии – 10, России – 10. В странах, где потребление соевых продуктов является традиционным, молоко производят в большом количестве. Так, например, в Японии – 60, Южной Корее – 110, Китае – 900 млн. л/год (URL:http://www.Интер-Соя 11. htm. 08.08.01).

Существует много способов получения соевого молока, различающихся по роду сырья (цельная соя, соевая мука, жмых, шрот), по способу его обработки с целью удаления неприятного запаха и вкуса, а также по роду добавок.

Китайский способ можно считать классическим. Он сводится к следующим операциям:

Сою тщательно моют и замачивают в воде (меняя воду в течение ночи 1–2 раза). Если воду при замачивании не сменять, то полученное молоко будет склонно к быстрому окислению. По окончании замачивания сою хорошо перемешивают, отделяют лопнувшие оболочки, так как они придают молоку неприятный вкус и запах. Набухшая соя размалывается. К полученной густой массе добавляют воду из расчета, чтобы на 1 кг сухой сои было 5–8 литров жидкости. Смесь оставляют на два часа для перемешивания и отстаивания. Затем жидкость сливается в котел, нагревается медленно до кипения, а затем ее кипятят при перемешивании около 30 минут, не допуская пригорания. Во время кипения жидкость пенится. В дальнейшем фильтруют через хлопчатобумажную или шелковую ткань, затем кипятят еще 30 минут. Выход молока должен быть примерно десятикратный по отношению к весу взятой для переработки сухой сои. Если молока получается меньше этой нормы, то его разбавляют водой и кипятят (Л.М. Иольсон, 1932).

Американский способ начала XX века сводится к следующим операциям: Сою очищают, обрушивают, размалывают. Смешивают одну часть соевой муки с семью частями воды и кипятят смесь

30 минут в котле, снабженном паровым кожухом и мешалкой. Полученную массу пропускают через фильтр-пресс. Молоко применяют главным образом для кондитерского производства, а муку из фильтр-пресса высушивают потоком воздуха и применяют в пищевых целях (Л.М. Иольсон, 1932) .

Русский способ (проф. Богатского В.А.) предусматривает обрушивание сои (удаление оболочек), тщательную промывку в 2–3-х водах, замочку при 15–20 °С до увеличения объема в 2,5–2,7 раза. Измельчение набухшей сои в присутствии мягкой воды в десятикратном количестве по отношению к весу сухой сои. При размоле рекомендуется добавка 0,2 г декстрина или 0,2 г лимоннокислого натрия на 1 литр воды, что вызывает увеличение содержания жира и сухого остатка в молоке. Фильтрование – через мешочные фильтры. Отпрессовывание остатка – на ручных прессах типа виноградных. Нагревание молока – в течение 15 минут до кипения и кипячение в течение 15–20 минут. Добавка во время кипения 15 г сахара и 5,5 см^3 насыщенного раствора соли на 1 литр молока. Стерилизация молока при 115–120 °С в течение 15–20 минут (Л.М. Иольсон, 1932).

В соевом молоке находятся частицы зерна диаметром от 0,0005 до 0,01 мм. Эта неоднородность и сравнительная крупность частиц отличают его от коровьего молока. Но если соевое молоко пропустить через молочный гомогенизатор, то частицы становятся очень мелкими и однородными, и молоко не расслаивается.

При хранении соевое молоко скисает вследствие развития молочнокислых бактерий *Bacillus lactis aerogenes, Bacillus lactis Leichmann*. Добавление к молоку солей кальция и магния, а также органических и минеральных кислот влечет за собой створаживание.

Удельный вес соевого молока 1,015–1,020 г/см^3 при 25 °С. Температура кипения 101,5 °С (Л.М. Иольсон, 1932).

Современный способ получения соевого молока осуществляется на установках, называемых в народе «соевая корова». Технология приготовления соевого молока и продуктов его переработки разработана Канадской фирмой «Просоя» и основана на методе холодного размола в воде предварительно замоченных

соевых семян без доступа воздуха, с последующим провариванием полученной жидкой массы с помощью пара под давлением.

С 1993 года в России «соевые коровы» выпускает фирма «Соя». После совершенствования технологии производства и использования новых технических решений, фирма стала производить и реализовывать многофункциональные установки «Союшка» второго и третьего поколений. В отличие от «соевой коровы» эти установки позволяют получать не только жидкое соевое молоко, сыр-тофу, окару, майонез, белковый фарш и напитки из соевого молока, но и широкий ассортимент различных десертов, кремов, кетчупов, овощных и других закусочных паст с добавлением продуктов переработки соевого зерна.

Установки «Союшка» очень выгодно и эффективно совмещать с небольшой пекарней, кондитерским цехом, столовой, цехом полуфабрикатов, так как позволяют удешевить конечную продукцию, повысить ее биологическую ценность.

Техническая характеристика установки «Союшка-2»:

– производительность по молоку – 60 л/ч;

– продолжительность технологического цикла на одну варку – 18 мин;

– расход семян сои (сухих) – 2,3 кг на один цикл;

– выход соевого молока – 18,5–19,0 л за один цикл;

– выход окары – 4,8–5 кг;

– выход сыра-тофу из 17 литров молока – 4,2–5 кг;

– выход майонеза – 12–13 кг за 1 час 40 мин;

– выход пастообразных продуктов – 10–15 кг за 1 цикл;

– температура варки молока 105 °С.

Установка обслуживается одним оператором.

Оборудование, производимое ЗАО фирмой «Соя», успешно эксплуатируется в более чем 1500 точках России и за рубежом, компенсируя белковую недостаточность в рационе питания в детских садах, школах, воинских частях, тюрьмах, больницах, домах престарелых, церквях, спортивных организациях и для вегетарианцев.

В качестве сырья для производства соевого молока можно использовать не только целые семена, но и соевую муку, концентраты, изоляты. При этом можно получать не только соевое мо-

локо, но и соевые напитки, используя в качестве наполнителя кофе, какао, ананасы, бананы.

Качество соевого молока

Для того, чтобы иметь представление о том, насколько полезным и одновременно безопасным продуктом является соевое молоко, исследователи Е.Г. Ефремова, Е.В. Щербакова и В.Д. Надыкта (2003) провели сравнение его с молоком животного происхождения по питательным свойствам и показателям безопасности (табл. 78, 79).

Соевое молоко было получено на установке «Соевая корова» (СК) согласно ТУ № 9146-025-10126558-98.

Таблица 78

Сравнительный анализ химического состава соевого, женского и коровьего молока

Показатели	Соевое молоко из сортов			Женское молоко *	Коровье молоко**
	Лань	Фора	Валента		
Сухие вещества, %	8,0	8,6	9,0	12,7	12,7
Белок, %	2,89	3,45	3,5	1,0–1,5	3,0–3,4
Жир, %	2,0	1,5	1,4	1,5–4,5	3,5
Углеводы, %	–	–	–	5,7–7,1	4,7
Витамины, мг/100 г:					
B_1 (тиамин)	0,06	0,06	0,10	0,1–0,22	0,04
B_2 (рибофлавин)	0,01	0,01	0,07	0,03–0,037	0,15
B_6 (пиридоксина гидрохлорид)	0,06	0,04	0,04	0,002–0,14	0,05
PP (ниацин)	0,17	0,15	0,18	0,08–0,8	0,1
β-каротин	0,02	0,02	0,06	0,06–0,16	0,015
Аскорбат натрия, г/100 г	0,007	0,007	0,007	5,2–7,1	–
Минеральные вещества, мг/100 г:					
Железо					
Калий	0,32	0,44	1,11	0,05–0,1	0,06
Натрий	60,0	68,5	130	51–75	–
Кальций	43,1	29,7	34,6	19–96	–
Магний	8,1	7,1	4,9	26–48	20,0
	0,59	0,73	0,80	3,5–4,2	13,0

*Данные ВОЗ, 2001 г.

**Химический состав пищевых продуктов, 1979 г.

Результаты показали, что соевое молоко уступает женскому и коровьему молоку по содержанию сухих веществ. Это происхо-

дит в основном за счет небольшого количества в нем углеводов. В то же время, по содержанию белка соевое молоко превосходит женское и соответствует коровьему. По содержанию жира, витаминов группы В и каротина – находится в диапазоне для женского молока. По содержанию витамина РР, железа и калия соевое молоко превосходит молоко животного происхождения, но уступает по содержанию кальция, магния и витамина С.

По всем изученным показателям безопасности соевое молоко следует считать абсолютно безопасным, о чем свидетельствуют данные, представленные в таблице 79.

Таблица 79

Сравнительный анализ безопасности молока различного происхождения

Показатель	Соевое молоко из сорта			Женское молоко *	Коровье молоко **
	Лань	Фора	Валента		
Токсические элементы, мг/кг					
Медь					
Свинец	2,1	1,9	4,4	1,97–7,51	не более 15
Кадмий	0,036	0,036	0,032	0,036–0,3	-«- 1,0
Цинк	0,013	0,014	0,019	0,007–	-«- 0,1
Ртуть	2,9	3,9	2,2	0,046	-«- 50
Мышьяк	0,0011	0,0011	0,0008	–	-«- 0,005
Радиологические	0,0015	0,0018	0,0016	0,002–0,13	-«- 0,3
элементы, Бк/кг				0,003–0,24	
Цезий	0	0	0		не более 70
Стронций	0	0	0	не допуск.	-«- 90
Микотоксины, мг/кг				-«-	
Афлотоксин B1	0	0	0	-«-	-«- 0,005

*Данные ВОЗ, 2001 г.

**Химический состав пищевых продуктов, 1979 г.

Согласно требованиям к качеству соевого молока, отраженным в ТУ-9146-025-10126558-98, в соевом молоке должно быть не менее 8,5 % сухих веществ, 2,7 % белка, 1,45 % жира и кислотность не должна превышать 20 °Т.

Известно, что качество готового продукта зависит как от сырья, так и от технологии производства. Для того, чтобы определить, какие сорта и новые селекционные линии сои являются

наиболее пригодными для производства соевого молока, В.С. Петибская и Е.Г. Ефремова (2003) провели оценку 13 обычных и высокобелковых сортов, а также перспективных селекционных линий сои и полученного из них молока и сыра-тофу.

Соевое молоко и сыр-тофу были получены в одинаковых производственных условиях фирмы «Агросоя» (г. Майкоп) на установке «СК-20».

Определены содержание основных химических компонентов, органолептические свойства и выход готовой продукции из 1 кг семян.

Данные представлены в таблицах 80-82.

Таблица 80

Показатели качества исходных семян сои и полученного из них соевого молока

Сорт, линия	Содержание в семенах, %		Содержание в соевом молоке, %			Кислотность молока, °Т
	белка	жира	сухих веществ	белка	жира	
Лань	38,93	23,52	8,20	3,30	1,6	11
Лира	39,64	23,10	8,35	3,42	1,5	11
Фора	44,40	16,05	8,75	3,82	1,4	8
Веста	43,47	17,05	8,63	3,70	1,4	8
Дельта	41,15	19,83	8,48	3,30	1,6	10
Рента	41,14	20,36	8,30	3,36	1,6	10
Валента	46,98	17,74	9,0	3,85	1,4	8
Лакта	41,14	19,47	8,67	3,65	1,6	8
Л-778	41,10	19,84	8,38	3,40	1,5	10
Л-784	43,72	21,59	8,53	3,60	1,5	9
Л-873	41,19	20,50	8,38	3,40	1,5	11
Л-874	40,16	20,35	8,30	3,30	1,6	9
Л-1196	40,46	20,10	8,50	3,56	1,5	9

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что из всех сортов и линий сои можно получить соевое молоко соответствующее техническим условиям по содержанию белка, жира и кислотности. Однако по показателю содержания сухих веществ не все сорта пригодны для получения соевого молока требуемых кондиций (табл. 80).

Таблица 81

Органолептические показатели соевых продуктов, полученных из разных сортов сои

Сорт, линия	Соевое молоко			Сыр-тофу
	цвет	привкус	запах	консистенция
Лань	Желтый	Травянистый	Слегка бобовый	Грубая
Лира	Желтый	Травянистый	Бобовый	Грубая
Фора	Без оттенка	Сладковатый	Нейтральный	Нежная
Веста	Желтый	Сладковатый	Нейтральный	Нежная
Дельта	Без оттенка	Без привкуса	Нейтральный	Нежная
Рента	Серовато-кремовый	Травянистый	Нейтральный	Нежная
Валента	Светло-кремовый	Без привкуса	Нейтральный	Нежная
Л-988	Светло-желтый	Без привкуса	Слегка бобовый	Нежная
Л-778	Желтый	Травянистый	Слегка бобовый	Грубоватая
Л-784	Светло-кремовый	Без привкуса	Нейтральный	Самая нежная
Л-873	Желтый	Травянистый	Слегка бобовый	Грубоватая
Л-874	Нежно-кремовый	Без привкуса	Слегка бобовый	Нежная
Л-1196	Светло-желтый	Без привкуса	Нейтральный	Нежная

Корреляционный анализ показал, что содержание сухих веществ в соевом молоке тесно связано с содержанием белка в исходных семенах ($r = 0,92$). Биологическая ценность молока, о которой судят по содержанию в нем белка, также выше в том случае, когда содержание белка в исходных семенах повышено ($r = 0,88$). Чем выше масличность исходных семян сои, тем выше жирность соевого молока ($r = 0,68$).

Как правило, чем выше содержание сухих веществ в соевом молоке, тем больше в нем белка ($r = 0,91$) и меньше жира ($r = -0,88$). Повышенное содержание белка в молоке коррелирует с пониженной кислотностью ($r = -0,81$).

Из всех изученных сортов и линий сои наибольшей биологической ценностью характеризовалось молоко, полученное из сортов Фора, Веста и особенно Валента с содержанием белка в семенах выше 43 %, а также из нового сорта Лакта. Из перспективных линий наибольший интерес представляет Л-1196. Для производства сыра-тофу наилучшей является линия Л-784.

Определение органолептических свойств молока и сыра-тофу показало, что цвет молока не связан с содержанием основных компонентов зерна. Вероятно, он зависит от содержания пигментов, которые не определялись в данной работе.

Сладковатый вкус соевого молока обусловлен большей долей углеводов в исходных семенах. Это подтверждается ранее проведенной работой, в которой установлено, что у сортов типа Лиры (Руно и Быстрица) сумма растворимых и гидролизуемых углеводов составила 8,3 и 10,4 %, а у сортов Фора и Веста 13,7 и 11,6 % соответственно (С.В. Назаренко, В.С. Петибская, И.В. Шведов, 2000).

Самая нежная консистенция сыра-тофу отмечена у линии Л-784, в исходных семенах и в молоке которой удачно сочетается повышенное содержание белка и жира. Именно у этой линии содержание белка находится на уровне лучших пищевых сортов и существенно выше, чем у рядовых. И в то же время, масличность линии Л-784 выше, чем у всех пищевых высокобелковых сортов.

Помимо потребительских качеств большую роль в выборе сырья для производства соевых молочных продуктов играют экономические показатели (табл. 82).

Таблица 82

Выход и доход от выработки продукции, полученной из различных сортов и линий сои

Сорт, линия	Выход из 1 кг семян сои, кг			Доход от выработки продукта, полученного из 1 кг семян, руб.	
	молока	окары	сыра-тофу	молока + окары	сыра-тофу + окары
Лань	8,9	0,99	1,30	29,67	26,37
Лира	9,0	0,98	1,40	29,94	28,14
Фора	9,7	0,90	1,65	31,80	32,40
Веста	9,5	0,95	1,60	31,30	31,64
Дельта	8,9	0,99	1,35	29,67	27,27
Рента	9,0	0,96	1,45	29,88	28,98
Валента	9,7	0,92	1,70	31,86	33,36
Лакта	9,3	0,95	1,57	30,75	31,11
Л-778	9,0	0,97	1,45	29,91	29,01
Л-784	9,3	0,95	1,50	30,75	29,85
Л-873	9,0	0,98	1,43	29,93	28,67
Л-874	8,7	0,99	1,32	29,09	26,75
Л-1196	9,2	0,97	1,50	30,51	29,91

Эксперименты и расчеты Е.Г. Ефремовой показали, что по выходу наиболее ценной продукции из 1 кг семян и по доходу от выработки продуктов переработки, полученных на установке «СК-20», предпочтение следует отдавать сортам Фора, Веста, Лакта и Валента, а также линиям Л-1196, Л-784.

При использовании сорта Валента вместо сорта Лань производитель имеет дополнительную прибыль от переработки 1 кг семян 2,2 рубля в случае производства молока и окары и 7 рублей – при производстве сыра-тофу и окары.

Таким образом, потребительские качества и экономическая эффективность производства соевых молочных продуктов в значительной степени определяются биологическими особенностями исходных семян. ***Главными критериями отбора сортов «молочного» типа являются: содержание белка в исходных семенах сои и содержание сухих веществ в молоке. От этих показателей зависит не только качество молока и сыра-тофу, но и экономическая эффективность их производства. На основе экспериментальных данных соевому молочному производству можно рекомендовать сорта Фора, Веста, Лакта, Валента.***

В связи с тем, что растения при выращивании имеют способность аккумулировать из окружающей среды вредные вещества и концентрировать их порой в опасных для человека количествах Е.Г. Ефремовой, Н.А. Лебедевой, В.Д. Надыктой (2001), были проведены эксперименты, которые показали, что в семенах сортов сои: Ходсон, Голдор, Руно, Быстрица, Фора, выращенных в Республике Адыгея, а также в молоке, полученном из них, отсутствуют мышьяк, ртуть и кадмий. Медь, цинк и свинец присутствуют в сырье в количествах, не превышающих ПДК. А при исследовании сыра-тофу и окары не обнаружено ртути, мышьяка, свинца и кадмия. По мнению авторов, вполне вероятно, что свинец, присутствовавший в сыворотке и молоке, не попадает в продукты переработки, так как отделяется с сывороткой.

Радиологические исследования показали, что в сырье и продуктах переработки тяжелые металлы присутствуют в количествах, не превышающих ПДК. Пестициды не обнаружены ни в сырье, ни в продуктах его переработки.

Преимущества и недостатки соевого молока

Согласно Л.М. Иольсону (1932), *к преимуществам соевого молока* можно отнести следующие его особенности:

– соевое молоко свободно от туберкулезных палочек;

– казеин соевого молока растворяется в организме скорее, чем казеин коровьего молока и менее склонен к створаживанию в желудке;

– соевое молоко значительно дешевле коровьего.

К недостаткам соевого молока относятся:

– наличие специфического запаха и вкуса;

– пониженное содержание в соевом молоке по сравнению с коровьим жира, углеводов и минеральных веществ, в частности солей кальция;

– бедность соевого молока витаминами.

Указанные недостатки могут быть откорректированы различными технологическими приемами.

Способы улучшения качества молока.

Для приближения состава соевого молока к составу женского рекомендуют добавлять на 1 литр молока:

Хлористого натрия	0,3 г
Хлористого калия	1,1 г
Глицерофосфата кальция	1,7 г
Молочнокислого магния	0,5 г
Глицерофосфата железа	0,1 г.

Состав витаминов корректируют различными способами. Добавляют к соевому молоку апельсиновый, морковный сок или сок соевых ростков (Л.Ф. Иольсон, 1932).

В настоящее время ЗАО «Валетекпродимпекс», организованное институтом питания РАМН, производит витаминно-минеральные добавки для обогащения молока животного происхождения и молочных продуктов, включающие витамины: А, С, Е, Д, B_1, B_2, B_6, B_{12}, РР, фолиевую кислоту, биотин, пантотеновую кислоту бетта-каротин, а также минеральные вещества: Ca, Fe, K, Mg, I в соотношении и дозировке, необходимой для восполнения суточной потребности на 50 % с дневной порцией потребляемого продукта.

Аналогичные премиксы можно разработать и специально для соевого молока с учетом его химического состава и потребности человеческого организма в этих веществах. Их достоинством является технологичность и небольшое увеличение стоимости конечного продукта.

В развивающихся странах соевое молоко предпочитают обогащать витаминами B_{12}, B_2 и кальцием.

Для того, чтобы избавиться от неприятного привкуса и запаха соевого молока, существует ряд способов: селекционных и технологических.

Селекционерами университетов США (штаты Индиана и Айова), а также учеными Японии выведены сорта сои с отсутствием липоксигеназы, которая играет существенную роль в образовании продуктов, обусловливающих непрятный запах и вкус соевых продуктов.

При использовании обычных сортов сои можно избежать нежелательного запаха, если инактивировать этот фермент нагреванием перед измельчением семян. Но этот прием значительно снижает выход продукции. Можно замаскировать вкус, применяя различные вкусовые добавки.

Удаление оболочки семян сои позволяет устранить нежелательные запахи, предотвращает технологические проблемы, вызываемые вспениванием. Шелушенная соя дает более светлое и привлекательное молоко с повышенной питательной ценностью.

Предложено много различных способов для уничтожения специфического вкуса и запаха соевого молока и улучшения его качества. Из многочисленных патентов можно выделить следующие:

Патент США № 4241100 (публ. 1980 г., том 1001, № 4). Невымоченные зерна сои отваривают в кипящей воде в течение 2–4 минут, измельчают при 80 °С, добавляя 0,1–1 %-ный водный раствор *бикарбоната натрия.* Из суспензии удаляют все твердые вещества, получая соевое молоко.

Японский способ. Заявка № 47-45505 (публ. 16.11.1972. № 2-1138). Соевые зерна замачивают в воде и измельчают (или

к уже измельченным зернам добавляют воду). Взвесь нагревают с небольшим количеством (1,1–1,0 %) *монофосфата натрия.* Осадок отделяют, получая соевое молоко с высоким выходом.

Японский способ. Заявка № 63-20503. (публ. 27.04. 1988. № 1-513). Измельченные зерна нагревают при 80 °С или более в 0,05–1 %-ном водном растворе *полифосфата,* экстракт растирают при 75–100 °С в присутствии 0,07–5,0 % водного раствора *бикарбоната натрия* и из полученной суспензии выделяют соевое молоко, не обладающее запахом сои и горьким вкусом.

Патент США № 2660111 (публ. 02.05.1972. том 898, № 1). Для улучшения вкуса и запаха бобовых, их обрабатывают водным раствором смеси не менее двух кислот, типа яблочной, молочной, виннокаменной или лимонной.

Японский способ. Заявка № 51-12698 (публ. 21.04.1976. № 2-318). Соевое зерно полножирное или обезжиренное экстрагируют водой в присутствии аскорбиновой кислоты, ее натриевой соли и/или соли полифосфорной кислоты, регулируют значение рН экстракта в пределах 6,4–7,0. Осадок отделяют, соевое молоко нагревают, сушат распылителем и получают порошковое соевое молоко.

В технологии производства соевого молока без запаха фирма «Интерсоя» предусматривает бланшировку семян в растворе бикарбоната натрия при высокой температуре в течение относительно короткого времени. Это позволяет повысить эффективность размола семян, инактивировать фермент липоксидазу и 90 % ингибиторов трипсина, вымыть значительную часть олигосахаридов, удалить пыль и песок. Анализ воды, использованной для бланширования, показывает, что вымытые твердые вещества имеют следующий состав: 71 % углеводов (в основном олигосахаридов), 16 % жира, 13 % белка (Соевое молоко. Обзор по технологии и применению).

Для обеспечения длительного срока хранения, от 6 до 12 месяцев при температуре окружающей среды, соевое молоко подвергают стерилизации в непрерывном режиме при температуре 138–145 °С с коротким временем выдержки 2–10 сек. После чего выполняется асептическая фасовка. Система стерилизации может быть основана на прямом нагреве.

Например, введением пара, или инжекции пара, после чего выполняется мгновенное охлаждение с эффектом деодорирования, когда удаляются летучие запахи (Соевое молоко. Обзор по технологии и применению).

Соевая окара

Это продукт, который остается при получении соевого молока после фильтрации водного экстракта соевых семян. Садовым В.В. и Самылиной В.А. (2005) установлен приблизительный компонентный состав окары: влага – 75,8, белок – 5,3, жир – 3,2, углеводы – 9,6, пищевые волокна – 6,1, минеральные вещества – 0,55 %. Авторы отмечают, что в окаре содержится в 18 раз больше меди, в 11,6 раза цинка в 32 раза марганца, в 12 раз витамина B_1, в 2,3 раза больше витамина РР, чем в нежирном твороге. Она является источником двухвалентного биоусвояемого железа. Его содержание в окаре – 6–8 мг/100 г, то есть в 20 раз выше, чем в нежирном твороге, что позволяет использовать ее как сырье в производстве продуктов для комплексного лечения и профилактики железодефицитных состояний. Кроме того, использование соевой окары в пищевом рационе позволит улучшить видовые характеристики кишечной микрофлоры. Ее невысокая стоимость, как вторичного продукта переработки сои, позволит малообеспеченным социальным группам повысить качество питания.

Сгущенное соевое молоко

За рубежом сгущенное соевое молоко производят с содержанием белка 12 %, жира – 8 %, сахара – 40–42 %. Особенность технологии производства этого продукта в том, что при содержании сухих веществ более 20 %, возникает так называемый барьер вязкости, который затрудняет дальнейшее сгущение. Для предотвращения этого рекомендуется снизить температурное воздействие на белок перед сгущением. Для регулирования вязкости сгущенного соевого белка применяют ферменты, соли-стабилизаторы и другие вещества (А.В. Павлов, А.М. Колодкин, Л.И. Линецкая, 1988).

16 Заказ 079

Согласно древним рецептам, сгущенное соевое молоко можно получить варкой смеси:

Сахарного песка……………………………24 части
Соевого молока……………………………36 -«-
Меда…………………………………...10 -«-

При этом выход сгущенного молока составляет 25 %.

В кондитерской промышленности соя применяется в виде сгущенного молока, помады, соевого крем-брюле, соевой мезги или муки (Л.М. Иольсон, 1932).

Сухое соевое молоко

Для его приготовления соевое молоко сначала уваривают в вакууме, а затем быстро высушивают на горячих вальцах или распылением. Полученный продукт представляет собой слабо желтый порошок, без запаха с приятным молочным вкусом, растворимый в воде. Его химический состав зависит от сырья и способов получения и сушки молока. Иольсон Л.М. (1932) приводит следующий состав в процентах:

Влаги	7,0
Жира	27,6
Протеина	46,0
Углеводов	12,4
Золы	6,0

Сухое соевое молоко хорошо сохраняется, перевозится, удобно в использовании и значительно дешевле порошка из коровьего молока. Его используют в хлебопечении в количестве от 3 до 5 % к массе муки. Установлено, что сухое соевое молоко способствует укреплению клейковины муки, повышению газообразующей способности, улучшению структурно-механических свойств теста. Поэтому внесение соевого молока в хлебобулочные изделия способствует увеличению их объема, улучшению пористости, механических свойств мякиша и сохранению свежести готовой продукции (Л.Г. Клиндухова, Г.Л. Манукова, Ю.Ф. Росляков, И.В. Чумакова, 2000).

Сухое соевое молоко может быть основой для приготовления различных сухих смесей и напитков для массового лечебно-профилактического потребления.

Учеными КубГТУ разработаны композиции сухих молочно-соевых смесей, обогащенных натуральными компонентами (измельченными плодами шиповника, чабрецом, свекловичным пектином). Полученные смеси хорошо сбалансированы по аминокислотному составу, обогащены дополнительным количеством витаминов С, Р, провитамина А. Они обеспечивают нормализацию иммунологического и гематологического статуса, обладают радиопротекторными свойствами. Введенные в состав смеси пектиновые вещества способствуют выведению избыточного холестерина и шлаков (А.И.Гаманченко, Н.В. Ильчишина, В.Г. Лобанов, О.В. Приходько, О.В. Бодлова, 2000).

Сухие соевые напитки

Они бывают натуральными (без использования дополнительных пищевых ингредиентов) и представляющими собой высушенный экстракт соевых семян. Это порошок светло-желто-кремового цвета со средней диспергируемостью в теплой воде. Имеет слабо выраженную соевую вкусоароматику. Используется в основном для приготовления каш или как компонент выпечки (Т.М. Бикбов, 2000).

Сухие соевые композиционные напитки

Они содержат 26 % белка, 26 % жира. Их получают преимущественно с использованием изолятов и функциональных соевых белков. После разведения в воде сухих напитков образуется стабильная эмульсия с содержанием жира 3,5 %. Вкус и аромат продуктам придают натуральные или идентичные натуральным вкусоароматические добавки (Т.М. Бикбов, 2000).

Соевая сметана

Вырабатывается сметана путем молочно-кислого сквашивания смеси соевых белков функционального и пищевого назначе-

ния и высококачественной смеси растительных масел (кокосового, арахисового и пальмового). Соевая сметана имеет сливочный вкус. Она содержит 3,3 % белка, 20 % жира, водо- и жирорастворимые витамины, лецитин и небольшое количество углеводов (2,8 %). Поступает на рынок под торговой маркой «Боб и соя» и называется «Крем соевый сметанный» (Т.М. Бикбов, 2000).

Соевый творог или сыр (момен тофу)

В Китае и Японии это традиционный продукт. Его производят на малых предприятиях (с производительностью 60 кг семян в сутки) и на больших фабриках, перерабатывающих 2–3 тонны соевых семян в сутки. Для его приготовления японцы предпочитают использовать крупные соевые семена кремового цвета с массой 1000 семян свыше 180 г, без трещин в семядолях, с бесцветным или светлоокрашенным зародышем. Оболочка должна быть тонкой, целой и легко отделяться. Содержание протеина должно быть более 40 % (Л.А. Вилсон, 1998).

Способ производства самого популярного в Японии сыра момен тофу сводится к следующему: семена сои замачивают в воде 8–12 часов, измельчают с добавлением воды. Перед тем, как полученную суспензию начнут нагревать, к ней добавляют пеногаситель. После нагревания в течение 5–10 минут суспензию фильтруют, удаляя осадок (окару). Качество сыра будет зависеть от того, каким будет молоко. Например, твёрдое тофу можно получить из молока с низким содержанием сухих веществ (5–8 %) при высоких температурах коагуляции (90–95 °С) и интенсивном перемешивании на стадии коагулирования. Мягкое тофу с более высоким выходом получают из концентрированного соевого молока (с содержанием сухих веществ 10–13 %) при проведении коагуляции при более низких температурах (70–80 °С) и минимальном перемешивании. На качество сыра сильно влияет вид, количество и способ внесения коагулянта. Обычно для получения сгустка используют дигидрат сульфата кальция $CaSO_4 \times 2H_2O$ (не следует путать с безводным сульфатом кальция или моногидратом). Его добавляют в количестве 2–3 % к массе соевых семян, используемых для одной загрузки. Коагулянт смешивают с водой и добавляют к соевому молоку с температурой 70–90 °С. В качестве коагулянта часто используют концентрированный раствор хлорида магния $MgCl_2$, а также глюконо-дельта-лактон. Концентрацию коагулянта подбирают эмпирически, так как она зависит от многих факторов. Оптимальное количество коагулянта определяют по точке, от которой прозрачность сыворотки уже не меняется. После удаления сыворотки сгусток помещают в перфорированный ящик, покрытый тканью, прессуют и формуют. После снятия нагрузки, тофу нарезают на куски, помещают в ванну с холодной водой, чтобы удалить избыток коагулянта, выдерживают до стадии фасовки при 0–10 °С, фасуют и пастеризуют в упаковке. Обычно из 10 кг соевых семян получают 40–50 кг мягкого или 15–30 кг твердого момен тофу. Сроки хранения тофу значительно различаются в зависимости от способа его производства. Они могут составлять от 1–5 суток для свежего тофу, 1–3 недель для пастеризованного тофу и до 0,5–2 лет для тофу, полученного в асептических условиях (Л.А. Вилсон, 1998).

Сыр-тофу, как правило, имеет нейтральный вкус. Его можно потреблять в исходном виде. Добавляя специи по вкусу, жарить во фритюре, запекать, использовать для приготовления бургеров, колбас, глазированных продуктов, паст и десертов.

Популярностью у населения пользуются салаты с использованием сыра-тофу (с ламинарией, чесноком или изюмом и курагой).

Соевый сыр (кинагоши-«шелковое тофу»)

По сравнению с момен тофу он имеет более гомогенную и нежную структуру и более мягкий вкус. Это объясняется использованием более концентрированного соевого молока (12–13 % сухих веществ) и коагулянта глюконо-дельта-лактона. Уникальность шелкового тофу заключается в том, что при его получении сыворотку не отделяют (Л.А. Вилсон, 1998).

Все большей популярностью в системе супермаркетов пользуется фасованное тофу. От других видов тофу оно отличается тем, что его получают непосредственно в потребительской таре. Производят его путем розлива проваренного молока в пластиковый

прямоугольный контейнер или в картонный контейнер с пластиковым вкладышем и находящимся в нем коагулянтом. Для этого часто используют смесь из сульфата кальция и глюконо-дельталактона. Затем контейнер закрывают пластиковой крышкой, запечатывают, контейнеры нагревают в воде при 90–95 °С в течение 40–45 мин. Фасованное тофу имеет по сравнению с другими наилучшие гигиенические показатели (Л.А. Вилсон, 1998).

Твердообразные соевые сыры

Эти сыры специально адаптированы к вкусу российского потребителя. В их состав входит: 72 % воды, 12,5 % белка, 5,5 % жира, около 3 % углеводов, 0,3% пищевых волокон. В 100 г продукта содержится: 100 мг кальция, 5,3 мг железа, 0,8 мг цинка, 0,08 мг тиамина, 0,05 мг рибофлавина, 0,2 мг ниацина, 0,05 мг витамина B_6 и 15 мкг фолиевой кислоты. Калорийность – 110 ккал на 100 г продукта.

Сыр получают в результате теплового осаждения сквашенного молочно-кислыми заквасками напитка «Сойка» или же путем осаждения пищевыми кислотами (лимонной, уксусной или соляной). Соевые сыры поставляются под торговой маркой «Сойка». Они содержат различные вкусоароматические добавки, представляющие собой натуральные травы, специи (морская капуста, тмин, укроп и др.).

Плавленые соевые сыры содержат 9 % белка, 25 % жира и вкусоароматические добавки (грибную, луковую, укропную и др.) (Т.М. Бикбов, 2000).

Замороженный высушенный сыр (кори тофу)

Это замороженное дегиратированное тофу. Процесс его производства начинают с коагуляции соевого молока хлоридом кальция до получения твердого и мелкодисперсного сгустка. Сыворотку удаляют, осадок перемешивают, чтобы разбить сгусток. Выделившуюся при этом сыворотку снова удаляют. Сгусток прессуют, разрезают на бруски размером 60 × 72 × 25 см, раскладывают на металлические подносы и замораживают в условиях принудительной вентиляции при 0 °С. После замораживания хранят

при температуре от -1 до -2 °С. Затем при оттаивании тофу становится губчатым и легко дегидратируется механическим сжатием. В дальнейшем продукт высушивают горячим воздухом до конечной влажности 17–18 %. Выход кори тофу составляет около 4,5–5 кг из 10 кг соевых семян. Кори тофу пользуется большим спросом, так как считается высококалорийным продуктом, содержащим 53 % протеина и 26 % жира (Л.А. Вилсон, 1998).

Соевый майонез

Содержит 2,5 % белка и 25 % жира. В качестве добавок используют горчицу, соль, сахар, уксус или лимонную кислоту. Он не содержит консервантов и хранится до двух месяцев в холодильнике (Т.М. Бикбов, 2000).

Соевая шоколадная паста

Содержит 6 % белка и 25 % жира. Это продукт эмульсионного типа, используется для бутербродов и кондитерских изделий (Т.М. Бикбов, 2000).

9.5 ФЕРМЕНТИРОВАННЫЕ ПРОДУКТЫ

В странах Востока ферментированные соевые продукты готовят из целых вареных семян или соевого молока с использованием различных микроорганизмов: *A. oryzae, Bacillus natto, Rhizopus oligosporus, Actinomucor elegans, Mucor,* закваски коджи.

К ферментированным соевым продуктам относятся: соевый соус (шою), мисо, ферментированные семена (натто), ферментированный соевый сыр (соу-фу). Их преимуществом перед неферментированными продуктами является существенное увеличение сроков хранения за счет побочных продуктов ферментации.

Соевый соус (шою)

Отличительной особенностью соевого соуса является то, что он стимулирует аппетит и пищеварительные функции человеческого организма. Особенно важную стимулирующую роль играет

содержащийся в соевом соусе в количестве около 0,5 % гистидин. Кроме того, соевый соус содержит вещества, усиливающие действие протеолитических ферментов желудка в 4–8 раз, в частности панкреатина, чем предопределяется возможность широкого потребления сравнительно трудно усвояемых организмом других соевых продуктов при употреблении соевого соуса. Каждый японец в среднем потребляет по 25–30 г соуса ежедневно (Л.М. Иольсон, 1932).

При приготовлении соевого соуса обезжиренный соевый шрот хорошо перемешивают с водой, варят в варочном аппарате непрерывного действия, затем охлаждают, чтобы предотвратить дальнейшую денатурацию белка. Одновременно с подготовкой сои жарят пшеничные зерна, а затем измельчают до крупы и смешивают с закваской «коджи» для соевого соуса, распределяют по поверхности обработанного паром соевого шрота и все вместе перемешивают. Полученный продукт раскладывают в инкубационной комнате при температуре 30–35 °С, чтобы происходил рост микроорганизмов *A. oryzae*. Ферменты, продуцируемые *A. orizae*, гидролизуют крахмал и белок. В результате получаются характерный вкус и аромат соевого соуса. Это процесс длительный. Раньше процесс созревания соевого соуса занимал около года, а теперь, благодаря техническому усовершенствованию может протекать за 6 месяцев. Из 3 кг обезжиренного соевого шрота получают 50 кг соевого соуса (Л.А. Вилсон, 1998).

Натто

Этот продукт в Японии пользуется популярностью. На его приготовление ежегодно используют 70–80 тыс. тонн семян сои. Для производства натто предпочитают использовать мелкие круглые семена (масса 1000 семян около 170 г, диаметр 5 мм). Семенная оболочка и зародыш должны быть от белого до светло-кремового цвета. Стоимость соевых семян для производства натто в пять раз выше, чем обычной сои.

Натто – продукт, получаемый из сваренных целых соевых семян, ферментированных микроорганизмами *Bacillius natto*. Производство его сравнительно простое: соевые семена замачивают на ночь в воде, а затем варят, чтобы их размягчить. Затем охлажденный субстрат инокулируют промышленной культурой *B. natto*. Полученную смесь по 50–100 г заворачивают в тонкую пленку из перфорированного полиэтилена или раскладывают на неглубоких поддонах. Смесь выдерживают при 30–40 °С в течение 24 часов до тех пор, пока соевые семена полностью не покроются белым липким слоем. Полученный продукт затем помещают на хранение в холодную комнату или реализуют (Л.А. Вилсон, 1998).

Мисо

Производители мисо предпочитают использовать соевые семена с белым или желтым зародышем и семядолями, хотя допустимы коричневые, черные или пурпурные семена, если они большого размера (масса 1000 семян 200–250 г), желательно с неповрежденной тонкой оболочкой. Эти семена должны содержать в большом количестве сахара с высокой способностью к сбраживанию или гидролизу. Содержание протеина должно находиться на среднем уровне, масличность не имеет значения.

Готовят мисо следующим образом: вначале соевые семена замачивают в воде, затем автоклавируют (1,5–2,0 часа при 49,3 кПа), пока они не размягчатся. Автоклавированные семена охлаждают до 35–40 °С и смешивают с закваской коджи и солью. Тип заквасочного коджи, а также использование риса или ячменя в составе мисо – важные факторы биохимического процесса, отвечающие за вкусовые качества продукта. Полученную смесь перемешивают в полутвердом состоянии вместе с водой, или предварительно дренировав варочную воду. Полученный материал фасуют в ферментационные бочки, плотно закрывают, наверх ставят груз и оставляют на ферментацию. Соевое мисо имеет самый длительный период ферментации. Для получения желаемого вкуса требуется 1–2 года (Л.А. Вилсон, 1998).

Темпе

Темпе готовят путем замачивания соевых семян на ночь, а затем варки в течение 30 минут. Избыток воды дренируют, а семена раскладывают на поддоне для последующей инокуляции культурой *Rhizopus oligosporus*. Семена сои ферментируют при ком-

натной температуре или 30–32 °С в течение 20 часов. В процессе ферментации мицелий плесневых грибов покрывает семена и связывает их вместе в твердый пласт, который разрезают на мелкие кусочки и продают в тот же день, так он долго не хранится. Если необходимо хранить долго, то пласт обычно бланшируют, сушат или замораживают. Перед употреблением в пищу темпе обычно жарят во фритюре или запекают. Его добавляют в супы, или используют в качестве заменителя мяса во вторых блюдах (W. Shurtleff and A. Aoyagy, 1985).

Ферментированный соевый сыр (соу-фу)

Ферментированный соевый сыр производят в Китае путем инокуляции небольших кубиков пастеризованного твердого тофу (с влажностью менее 70 %) микроорганизмами *Actinomucor elegans*. Можно использовать и другие плесневые грибы, например *Mucor* или *Rhizopus.* В зависимости от вида используемого гриба процесс ферментации длится от 3 до 7 суток при 20 °С. После ферментации, кубики на несколько месяцев помещают в рассол, приготовленный на основе рисовой водки и 12 % соли. Готовый продукт фасуют вместе с рассолом и перед реализацией предварительно стерилизуют. Продукт имеет соленый вкус и текстуру наподобие плавленного сыра (C.W. Hesseltine, H.L. Wang, 1972).

Квашеная соя

В Японии и Китае, где соя составляет значительную долю рациона питания, в основном употребляются перебродившие продукты сои и ее проростки. В России также проявляется интерес к таким продуктам. Врачом Самохиной предложен способ сквашивания сои в домашних условиях (Н. Самохина, 2000). Этот квас способствует очистке печени. Его можно не только пить, но и добавлять в борщи и супы.

Чтобы приготовить квас, нужно прорастить стакан сои, высыпать в эмалированную банку, залить водой, добавить стакан сахара и чайную ложку деревенской сметаны. Банку закрыть марлей, сложенной в три слоя и поставить для брожения в темное место. Через две недели квас будет готов.

В нашей стране разработаны рецептуры и получены кисло-молочные напитки на соевой основе с использованием других микроорганизмов.

Ученые ВНИИ жиров и ГНЦ ГосНИИОЧБ (С.-Петербург) разработали и предлагают следующие соевые кисло-молочные продукты:

– *бифисоин* – кисло-молочный напиток, вырабатываемый из пастеризованной соевой основы (соевое молоко) и крахмала путем сквашивания чистыми культурами бифидобактерий;

– *простокваша и йогурт соевые*, вырабатываемые из пастеризованной соевой основы, плодово-ягодных сиропов, какао-порошка и сахара путем сквашивания чистыми культурами термофильного стрептококка и болгарской молочно-кислой палочки;

– *кефир соевый* – кисло-молочный напиток смешанного брожения, вырабатываемый из пастеризованной соевой основы, крахмала, плодово-ягодных сиропов и сахара путем сквашивания кефирными грибками;

– *ацидофильное соевое молоко*, вырабатываемое из пастеризованной соевой основы и крахмала путем сквашивания чистыми культурами ацидофильной палочки (А.В. Першикова, Л.В. Гапонова, О.В. Рыбальченко, 2000).

9.6 СОЕВЫЕ ПРОРОСТКИ

Помимо соевого молока, сыра-тофу, ферментированных продуктов, в странах Юго-Восточной Азии популярностью пользуются соевые проростки, так как это дешевая и доступная в любое время года пища. В домашних условиях проращивание сои длится 3–5 дней летом и более 10 дней зимой.

Как правило, соевые проростки используют при приготовлении супов с растительным маслом, рисом или пшеном. Из них готовят различные салаты и блюда, аналогичные овощным. Перед употреблением ростки рекомендуют обдать кипятком или варить всего около 5 минут.

В странах Запада пророщенные зерна, семена, орехи называют «спраутс». Их продают в продовольственных магазинах Америки, Европы и обычно добавляют в бутерброды, салаты точно

так же, как и зелень. В России этот вид продукции распространения не получил, так как он требует много времени и внимания. Пророщенные семена бобовых культур обычно продают на рынках корейские предприниматели, чаще всего в маринованном виде. Тем не менее, этот вид продукции заслуживает внимания по той причине, что в проростках содержится большое количество биологически активных веществ, способствующих наилучшему усвоению пищи. Спраутсы считают лечебно-оздоровительным продуктом.

На наш взгляд, процесс проращивания семян сои лучше проводить не в домашних, а в контролируемых оптимальных производственных условиях и в дальнейшем готовить из них новые биологически ценные продукты питания. Вот, к примеру, в настоящее время разработана технология производства сухих завтраков с использованием соевого солода и традиционных зерновых культур. Смесь подвергают экструзионной обработке. Их органолептические и физико-химические качества зависят от выбранной композиции (Е.В. Кобылинская, В.Н. Ковбаса, Б.И. Хиврич, 1997).

Соевые проростки можно использовать и для обогащения белком и витаминами различных овощных консервов. После сушки при температуре 40°С и измельчения они могут быть компонентом биологически активных добавок (БАД) к пище.

Особо привлекательным, на наш взгляд, является использование низкотемпературного холода (в диапазоне от -50 до -100°С) и получения в производственных условиях тонкодисперсного порошка соевых проростков для функционального питания.

Судя по литературным данным, до настоящего времени нет полноты информации о химическом составе проростков сои в различные дни прорастания, об оптимальном периоде проращивания и о роли биологических особенностей сорта в получении самых питательных ростков.

Поэтому В.С. Петибская и Е.Г. Ефремова (2005) изучили динамику массы и величины проростков, содержания в них белков, жиров, антипитательных веществ, витаминов и минеральных элементов в процессе прорастания семян. Определили фазу, в которой проростки наиболее пригодны для использования в пищу и

питательны. Исследование провели на двух современных пищевых сортах селекции ВНИИМК: Форе – с крупными семенами, содержанием белка 43–45 % и Валенте – со средней величиной семян и высоким содержанием белка 46–49 %. Проращивание проводили при комнатной температуре (22 °С). Вначале семена промывали и замачивали 8 часов в избытке воды. Затем воду сливали, семена промывали ежедневно утром и вечером, накрывали мокрой тканью, отбирали часть прорастающих семян на анализ. Результаты анализов показали, что по массе проростков и величине ростков изучаемые сорта различаются существенно. Так, масса проростков из сорта Фора во все дни прорастания была в 1,5–2 раза, а величина ростков в 1,8–4,1 раза больше, чем у Валенты (табл. 83).

Таблица 83

Изменение средней массы проростка и длины ростка сортов Фора и Валента в процессе прорастания

Сутки проращивания	Масса проростка, г		Величина ростка, см *	
	Фора	Валента	Фора	Валента
0	0,27	0,18	0	0
1	0,63	0,40	0	0
2	0,66	0,40	1,5	0,8
3	0,67	0,41	4,0	1,5
4	0,70	0,42	8,5	2,8
5	0,75	0,44	14,3	3,8
6	0,79	0,45	18,8	5,5
7	0,82	0,45	33	8,0

*– росток – это часть проростка, из которого в дальнейшем образуется стебель и листья

Принято считать, что ростки пригодны для потребления при достижении ими длины 3,5–5 см. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что ростки такой величины были у Форы на 3-й день проращивания, у Валенты – на 5–6-й день. Темпы роста проростков у Форы в среднем в 2 раза выше, чем у Валенты. Из 1 кг сухих семян сорта Фора на 3-й день, а сорта Валенты на 5-й день получается 2,5 кг проростков.

Химический состав проростков имеет сортовые различия. В семенах и проростках сои сорта Валента в любой день проращи-

вания было больше белка и меньше антипитательных веществ – ингибиторов трипсина, чем у сорта Фора (табл. 84). У обоих сортов через сутки после начала проращивания содержание белка возрастает более резко, чем в последующие дни. Видимо, это происходит за счет вымывания из семян ряда веществ небелковой природы при их замачивании в воде. Затем идет постепенное нарастание содержания белка в проростках за счет синтеза новых белков растущего организма. При проращивании содержание жира и активность ингибиторов трипсина уменьшаются.

Таблица 84

Изменение содержания белка, жира и активности ингибиторов трипсина при прорастании различных сортов сои

Сутки проращивания	Содержание белка, %		Содержание жира, %		Активность ингибиторов трипсина, мг/г	
	Фора	Валента	Фора	Валента	Фора	Валента
0	43,9	47,2	16,5	16,6	17,0	14,5
1	45,3	50,0	16,4	16,5	15,8	14,4
2	46,1	49,9	16,0	16,1	15,6	14,4
3	45,2	50,4	14,1	14,5	14,6	14,3
4	45,8	51,2	8,3	10,1	13,3	14,2
5	46,3	52,2	7,6	9,7	12,1	13,3
6	46,4	52,2	7,3	9,6	12,0	12,9
7	46,1	52,0	7,3	9,6	11,1	12,5

У сорта Фора темпы снижения содержания жира были выше, чем у Валенты. Аналогичные изменения наблюдались и в активности антипитательных веществ. У сорта Фора активность ингибиторов трипсина уменьшалась интенсивней и с четвертого дня была ниже, чем у Валенты.

Поскольку проростки сои используют в сыром виде, или подвергают минимальной термообработке, представляло интерес изучить содержание в них биологически активных, в том числе термолабильных веществ – витаминов.

Экспериментальные данные показали, что изучаемые сорта сои различаются по содержанию витаминов как в семенах, так и в проростках в разные дни проращивания. У сорта Валента было больше витаминов B_1, B_3, B_6, PP, K и каротина, чем у Форы (табл. 85).

Таблица 85

Содержание витаминов в прорастающих семенах сои сортов Фора и Валента

Наззвание витамина	Сутки проращивания							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Сорт Фора								
Витамины, мг/100 г:								
B_1 (тиамин)	1,27	1,61	2,28	2,72	2,80	2,90	2,94	2,96
B_2 (рибофлавин)	0,42	0,53	0,81	0,93	1,16	1,18	1,20	1,23
B_3 (пантотеновая к-та)	2,25	2,25	2,26	2,47	2,98	3,00	3,10	3,12
B_6 (пиридоксин)	0,51	0,51	0,62	0,68	0,78	1,30	1,33	1,43
PP (ниацин)	3,08	3,09	3,16	3,76	4,28	4,37	8,11	8,52
К (филлохиноны)	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Холин	260	260	260	260	250	250	250	234
Аскорбат натрия	27,3	27,3	27,3	30,0	36,4	36,4	68,5	72,8
Е (токоферолы)	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34
β-каротин	0,26	0,29	0,34	0,39	0,45	0,63	0,82	0,85
Витамины, мкг/100 г:								
Биотин	32,0	32,0	32,0	32,0	32,2	32,3	34,0	34,3
Фолиевая кислота	124	124	124	124	124	124	124	124
Сорт Валента								
Витамины мг/100 г:								
B_1 (тиамин)	1,45	1,47	2,10	2,70	2,98	3,60	3,71	3,90
B_2 (рибофлавин)	0,40	0,43	0,58	0,91	1,18	1,20	1,23	1,23
B_3 (пантотеновая к-та)	2,28	2,28	2,29	2,50	3,20	3,32	3,34	3,34
В6 (пиридоксин)	0,58	0,59	0,78	1,11	1,31	1,32	1,42	1,49
PP (ниацин)	3,10	3,12	3,14	3,74	4,21	4,41	9,00	9,10
К (филлохиноны)	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
Холин	251	251	251	248	247	247	247	247
Аскорбат натрия	27,3	27,4	27,8	32,0	38,8	41,3	70,0	73,1
Е (токоферолы)	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31
β-каротин	0,45	0,48	0,54	0,58	0,66	0,73	0,88	0,96
Витамины, мкг/100 г:								
Биотин	32,0	32,0	32,2	32,3	32,5	32,7	33,0	33,0
Фолиевая к-та	132	132	132	134	135	135	135	135

У обоих сортов уже через сутки отмечается повышение содержания витаминов: B_1, B_2 и каротина. К концу проращивания (на 7-е сутки) у обоих сортов в 2–3 раза увеличилось содержа-

ние витаминов B_1, B_2, B_6, РР, аскорбата натрия и каротина. Практически неизменным осталось содержание витаминов К, Е, биотина, фолиевой кислоты. Несколько снизилось содержание холина.

К тому времени, когда соевые проростки имели наилучшие товарные качества и органолептические свойства (у Форы на 3-й день, а у Валенты на 5-й), проростки Валенты превзошли проростки Форы по ряду показателей: содержанию белка и большинства витаминов (B_1, B_2, B_3, B_6, РР, К, аскорбата натрия, биотина, фолиевой кислоты). Одновременно они имели пониженную активность антипитательных веществ – ингибиторов трипсина (табл. 85 и 86).

Важна роль макро- и микроэлементов в формировании качества пищи. Их динамика в семенах сои в процессе прорастания в научной литературе практически не освещена.

Экспериментальные данные показали, что после замачивания семян в воде, вначале происходит как бы вымывание некоторых зольных элементов. Зольность снижается в первые же сутки главным образом за счет уменьшения содержания натрия и калия. Концентрация железа, бора, марганца, меди, цинка и кобальта остается практически неизменной во все дни проращивания (табл. 87).

Таблица 87

Содержание минеральных веществ в прорастающих семенах сои сортов Фора и Валента

Минеральные вещества	Сутки проращивания							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сорт Фора								
Зола, г/100 г	5,49	5,11	5,32	5,30	5,32	5,58	5,46	5,65
Макроэлементы, г/100 г:								
Фосфор	0,72	0,74	0,76	0,78	0,76	0,75	0,79	0,77
Калий	2,36	2,30	2,35	2,35	2,35	2,72	2,81	2,94
Натрий	0,42	0,30	0,41	0,42	0,42	0,47	0,47	0,49
Кальций	0,28	0,30	0,34	0,38	0,39	0,38	0,34	0,33
Мезоэлементы, мг/100 г:								
Магний	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	30,0	30,0	30,0
Железо	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Продолжение таблицы 87

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Микроэлементы, мг/100 г:								
Бор	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Марганец	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Медь	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Цинк	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
Кобальт	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
Сорт Валента								
Зола, г/100 г	5,58	5,21	4,97	4,88	4,91	4,94	5,04	5,07
Макроэлементы, г/100 г:								
Фосфор	0,69	0,70	0,70	0,71	0,72	0,75	0,78	0,75
Калий	2,78	2,70	2,70	2,66	2,72	2,90	3,10	3,11
Натрий	0,49	0,40	0,38	0,40	0,45	0,65	0,69	0,70
Кальций	0,47	0,58	0,60	0,59	0,70	0,72	0,73	0,63
Мезоэлементы, мг/100 г								
Магний	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	30,0	30,0	30
Железо	10,0	10,0	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Микроэлементы, мг/100 г								
Бор	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Марганец	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Медь	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Цинк	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
Кобальт	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.

Через сутки увеличивается содержание фосфора и кальция. На 5-й день проращивания отмечается повышенное, по сравнению с семенами, содержание калия, натрия, магния. К концу проращивания в проростках в наибольшей степени повысилась концентрация кальция и магния. Этот факт можно объяснить тем, что при прорастании семян происходит гидролиз фитина (кальций-магниевой соли инозит фосфорной кислоты) с высвобождением указанных элементов из прочносвязанного состояния. Они становятся доступными для человека и животных. То есть проростки обладают существенным преимуществом перед зерном, так как содержат фосфор, кальций и магний в доступной форме.

Сравнительный анализ сортов по содержанию минеральных элементов показал, что в семенах и проростках сорта Валента

17 Заказ 079

больше калия, натрия, кальция, бора и меньше фосфора и марганца, чем у сорта Фора.

Таким образом, можно заключить, что ***темпы роста проростков у сорта Фора выше, чем у Валенты. Оптимальной длины (3,5–5 см) они достигают у Форы на 3-й день проращивания, у Валенты – на 5-й. Проростки из сорта Валента в оптимальной фазе развития превосходят проростки сорта Фора по питательной ценности. Они содержат больше белка, витаминов группы В, аскорбата натрия, витаминов РР, К, каротина, биотина, фолиевой кислоты, калия, натрия, кальция, магния, бора.***

В оптимальной фазе прорастания масса проростков превосходит массу исходных семян в 2,5 раза у обоих сортов сои. В фазе, когда проростки имеют наилучшие товарные качества, их питательная ценность выше, чем у исходных семян обоих сортов. ***Особенно важно, что проростки имеют на 3–10% больше белка, в 1,5–2 раза больше витаминов группы В, в 1,1–1,5 раза – аскорбата натрия, в 1,5–1,6 раза каротина, в 1,1 раза – фосфора, в 1,4–1,5 раза – кальция и одновременно пониженную активность антипитательных веществ – ингибиторов трипсина. Все это позволяет считать их более ценным пищевым продуктом, чем исходные семена и делает их привлекательными для производства полноценных продуктов. В практической деятельности следует обратить внимание на сорт Валента, который имеет небольшую массу семян и одновременно позволяет получить проростки с высоким содержанием биологически ценных компонентов.***

9.7 ХЛЕБОБУЛОЧНЫЕ И КОНДИТЕРСКИЕ ИЗДЕЛИЯ

Максимально допустимая норма введения продуктов из сои при производстве хлебобулочных изделий составляет 5 % в пересчете на сухое вещество. Но чаще всего обезжиренную соевую муку добавляют в количестве до 3 % к пшеничной муке. При этом в хлебе образуется больше ароматических веществ, появляется более глубокая и приятная окраска корки. Соевый диетический хлеб предназначен для питания больных атеросклерозом, при гиперацидном гастрите и язвенной болезни (Л. Казанская, Н. Белянина, Е. Шилкина, 1997).

Если при выпечке *хлеба* используется обезжиренная соевая мука (тип 7В производства фирмы АДМ США), в которой сохранена активность фермента липоксигеназы, то при этом каротиноиды разрушаются и хлебный мякиш становится более светлым. Для этой цели достаточно заменить 0,5 % расходуемой пшеничной муки соевой. Под действием липоксигеназы происходит реакция с жирными полиненасыщенными кислотами, в результате которой образуются пероксиды, укрепляющие белки клейковины. А это, в свою очередь, способствует повышению газоудерживающей способности теста и соответственно увеличению удельного объема, получению хлеба с более развитым мякишем (Р.В. Кузьминский, В.Н. Мыриков, 1997).

Такие продукты как *макароны, вермишель, спагетти* можно также обогащать соевой обезжиренной или жирной мукой, но лучше всего изолятами соевых белков, в количестве 15 % в пересчете на сухой вес. Можно добавить и витамины. Такие макаронные изделия содержат 15–17 % белка и характеризуются повышенной биологической ценностью (Соевые белковые продукты, 2002).

Применение 2–4 % обезжиренной соевой муки при изготовлении *печенья* облегчает работу с тестом и делает продукт более хрустящим. Приготовленное на жире тесто (для эклеров) легче подвергается машинной обработке, изделия дольше сохраняют свежесть. Соевый белок обладает хорошей связующей способностью, что важно при изготовлении *макаронных изделий* для придания им повышенной прочности и пищевой ценности (Р.В. Кузьминский, В.Н. Мыриков, 1997).

9.8 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ЛЕЧЕБНЫЕ ПРОДУКТЫ

При потреблении традиционных продуктов питания практически невозможно обеспечить человека оптимальным количеством физиологически ценных веществ. Во-первых, потому, что в каждом возрасте и при разных заболеваниях потребности организма в тех или иных веществах сильно различаются, а во-вто-

рых, нет такого продукта, который был бы универсальным и удовлетворял потребности любого человека во всех необходимых веществах. Поэтому ученые пошли по пути *создания биологически активных добавок к пище (БАД) и функциональных продуктов питания.* Продукты функционального назначения способны корректировать различные функциональные расстройства организма человека. Они предназначены для систематического употребления в составе рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающие риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющие и улучшающие здоровье благодаря наличию в их составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов (ГОСТ Р52349-2005) (А.П. Нечаев, 2007).

По прогнозам экспертов, в ближайшее десятилетие доля функциональных пищевых продуктов в России достигнет 30 % всего продуктового рынка.

С использованием сои уже создан ряд продуктов лечебно-профилактического назначения.

Сотрудниками ГУ НИИ питания РАМН Михеевой Г.А., Спиричевым В.Б., Шатнюк Л.Н. (2003) создан продукт *для беременных и кормящих женщин* в виде сухой белковой смеси с витаминами, макро- и микроэлементами. Его торговая марка «Мадонна». Употребление одной порции данного продукта обеспечивает 40-60 % рекомендуемой суточной потребности необходимых женскому организму полноценного белка, витаминов, минеральных веществ. В качестве источника белка был выбран *соевый изолированный белок* (изолят), витаминов – витаминный премикс из 13 витаминов, минеральных веществ – минеральный премикс из 8 макро- и микроэлементов. Этот продукт можно использовать как для приготовления коктейля, так и в качестве добавки к различным кисло-молочным продуктам.

Институтом экспериментальной медицины (г. Санкт-Петербург) разработан продукт «Ламинолакт медовый» для применения в комплексной терапии онкологических больных. Он состоит из молочно-кислых бактерий, *изолятов соевого белка*, пектина, микроэлементов, растительных адаптогенов. «Ламинолакт медовый» хорошо переносится больными на фоне лучевой и химиотерапии, не дает никаких побочных реакций, вызывает улучшение клинического состояния больных, уменьшение лейкопении и улучшение иммунологических показателей (А.Н. Шутко, 1999).

В Московской государственной технологической академии (г. Москва) разработан белково-липидный комплекс для производства мучных изделий лечебно-профилактичес-кого назначения (Т.Б. Цыганова, Н.С. Конотоп, С.Я. Классина, 2000). В его состав входит *соевое масло и коагулированное соевое молоко.* Разработанная технология предусматривает гидролиз олигосахаридов до моносахаридов. На основе этого продукта разработана рецептура нового сорта хлеба и сахарного печенья. На добровольцах испытано влияние этих продуктов на функциональное состояние человека и установлено значительное снижение холестерина, увеличение липопротеидов высокой плотности, снижение триглицеридов и липопротеидов низкой плотности, что выразилось в снижении периферического сопротивления сосудов, нормализации гемодинамических показателей и в конечном итоге улучшении самочувствия испытуемых, повышении активности и настроения, снижении уровня тревожности.

Компания ЗАО «Майбел» в содружестве с Крымским государственным агротехнологическим университетом разработала и внедряет технологии производства фруктовых напитков (клубничного, абрикосового), в состав которых входит *соевое молоко.* Этот прием позволяет сбалансировать вырабатываемые напитки по белку, аминокислотам, жирам и жирным кислотам и тем самым усилить профилактические и лечебные свойства (В.А. Турбин, Т.А. Дещеня, 2003).

Из сои можно приготовить продукты лечебно-профилактического назначения для людей любого возраста (от нескольких месяцев до глубокой старости). Так, учеными нашей страны отмечено, что у некоторых детей в возрасте от 2 до 10 месяцев наблюдаются аллергодерматозы и дисфункция кишечника из-за нарушения всасывания углеводов, преимущественно лактозы и глюкозы. Поэтому коровье молоко заменяют продуктами, не содержащими эти компоненты, изготовленными на основе *изолятов соевого белка* (А.М. Маслов, И.П. Рыкунова, 1989).

Во ВНИИ жиров разработана совмещенная технология получения *соевых изолятов и концентратов с нативными и модифи-*

цированными функциональными и биологическими свойствами, а также технология получения флавоноидов сои. Исследованы их фармакологические свойства. Установлены гигиеническая безопасность, антигипоксические и антиокислительные свойства, положительное влияние на иммунный статус. Разработан широкий ассортимент лечебно-профилактических продуктов на основе соевых изолятов, концентратов и муки. Исследованиями установлено, что суммарное содержание флавоноидов в семенах сои колеблется от 0,5 до 0,7 %. Основными компонентами являются агликоны генистеин и дайдзеин. Присутствие белков усиливает *антиоксидантные свойства флавоноидов сои* (О.В. Константинова, А.А. Мотенко, 2001).

Фирмой «Лота» совместно с ВНИИжиров разработаны технология и оборудование для комплексной переработки семян сои, предусматривающие получение двух пищевых продуктов – *соевой основы и соевой массы*. Из них готовят ряд соевых продуктов (соус типа майонеза, кисло-молочные напитки, адаптированную смесь для питания детей первого года жизни с нарушением кишечного всасывания и пищевой аллергией и др.).

Для детей и взрослых предприятием «НАМИ-Арус» совместно с ведущими специалистами НИИ Питания РАМН, ГУВНИМИ и научно-технологическим центром компании «Protein Technologies International» разработан коктейль «Грация», в состав которого входят *высококачественные изолированные соевые белковые изоляты* марки «СУПРО», имеющие высокий коэффициент усвояемости, патока и фруктоза, витамино-минеральный комплекс, представленный биодоступными формами витаминов А, Е, Д, С, группы В, фолиевой кислоты, ниацина, биотина, и минеральных элементов: кальция, калия, цинка, железа, фосфора, меди, йода, меди, натрия. В состав коктейля включена лактулоза, а также вкусоароматическая добавка «Молочная карамель».

Санкт-Петербургским ГосНИИХП разработаны хлебобулочные изделия для профилактического питания. *Соевый диетический хлебец* предназначен для питания больных атеросклерозом, при гиперацидном гастрите и язвенной болезни. Хлеб диетический с соевым молоком вырабатывается из пшеничной муки, соевой

пищевой основы. Он предназначен для больных атеросклерозом, алиментарной дистрофией, с заболеванием желудочно-кишечного тракта (Л. Казанская, Н. Белянина, Е. Шилкина, 1997).

Функциональные продукты геронтологического назначения

В структуре населения как экономически развитых, так и развивающихся стран наблюдается существенное увеличение доли людей пожилого возраста. Прогнозируется дальнейшее усиление этой тенденции. Поэтому вполне закономерно значительно возрос интерес к геронтологии, в том числе геронтологическому питанию. Метаболические изменения в организме людей пожилого возраста требуют особого подхода и поиска или же разработки новых продуктов специального назначения.

На наш взгляд, соя является культурой, наиболее подходящей для производства продуктов, обладающих геродиетическими свойствами, так как в составе ее семян находится ряд веществ необходимых для людей пожилого возраста и в количествах, достаточных для проявления лечебно-профилактического эффекта. К ним можно отнести соевые белки, превосходящие по биологической ценности белки других культур, незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты в наилучшем их соотношении, фосфолипиды, фито-эстрагены, витамины группы В, Е, К, макроэлементы: фосфор, кальций, магний в оптимальном соотношении этих элементов, пищевые волокна, олигосахариды и др. Особый интерес представляет создание продуктов функционального назначения на основе сои с добавлением других натуральных пищевых продуктов, усиливающих ее геродиетические свойства.

Такой продукт под названием «Геронт» нами создан. Получен патент на изобретение № 2402926 на «Способ получения пищевого функционального продукта» по заявке № 2009117970, приоритет изобретения 12 мая 2009 г. Авторы: Тимофеенко Т.И., Кучеренко Л.А., Петибская В.С., Шахрай Т.А., Тарабаричева Л.А. Гринь Н.Ф.

Разработаны и утверждены технические условия (ТУ 9146-001-49478173-20090) и технологическая инструкция на новый продукт.

В состав продукта входят: *соевое молоко*, мед цветочный, пектин яблочный, желатин, порошок корня цикория, *соевые фосфолипиды*.

Соевое молоко является источником белка, который имеет не только хорошую сбалансированность незаменимых аминокислот, но и эффективен при сердечно-сосудистых заболеваниях, гипертонии, гиперхолестиремии.

Выбор сырья для производства соевого молока проводили путем сравнения физико-химических и органолептических свойств молока, полученного из различных кубанских сортов (табл. 88).

Таблица 88

Сравнительная характеристика соевого молока, полученного из разных сортов сои

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя					
	ТУ 9146-025-126558-98	Соевое молоко				
		Лира	Лань	Дельта	Лакта	Фора
Физико-химические показатели						
Массовая доля, %						
белка	более 2,7	3,32	3,46	3,50	3,68	3,82
жира	более 1,4	1,6	1,5	1,6	1,5	1,4
сухих веществ	8,5	8,22	8,46	8,54	8,72	8,75
Кислотность, °Т	менее 20	11,0	11,0	10,0	8,0	8,0
Органолептические показатели						
Вкус		Травянистый	Травянистый	Без привкуса	Сладковатый	Сладковатый
Запах		Бобовый	Слегка бобовый	Нейтральный	Нейтральный	Нейтральный

Соевое молоко, полученное из сортов сои Лакта и Фора, имело не только повышенное содержание белка и сухих веществ, но характеризовалось наилучшими органолептическими свойствами – отсутствием специфического бобового запаха и травянистого привкуса и соответствовало ТУ. В рецептуру нашего продукта было включено соевое молоко из сорта Лакта.

Для усиления функциональной направленности и улучшения органолептических свойств конечного продукта *вносили добавку компонентов, состоящую из фосфолипидов, меда, пектина яблочного, желатина, порошка корня цикория и порошка какао.*

Соевые фосфолипиды, обладающие антиоксидантной активностью, регенерирующие клеточные мембраны, предотвращающие образование жёлчных камней, активирующие интеллектуальную деятельность человека наилучшим образом подходят для улучшения физиологического состояния организма в любом, но особенно в пожилом, возрасте. Фосфолипиды проявляют необходимые эмульгирующие свойства и жир в эмульсии не отстаивается, а равномерно распределяется по объему.

Благодаря введению такого биологически активного компонента как ***порошок корня цикория***, содержащего полисахариды, эфирное масло, инулин, дубильные вещества, кремний в повышенных количествах, в организме человека нормализуется солевой обмен, улучшается усвоение кальция, увеличивается эластичность и прочность связок и сосудов, улучшается инсулинобразующая функция поджелудочной железы. Он эффективен при атеросклерозе, начальной стадии сахарного диабета, повышенной возбудимости, бессоннице, ожирении, лечении желудочно-кишечного тракта, печени, желчного пузыря. Биологически активные вещества цикория поддерживают работу зрительного аппарата.

В сочетании с натуральным яблочным пектином и желатином продукт приобретает дополнительные полезные для организма свойства. ***Яблочный пектин*** связывает жёлчные кислоты, уменьшая тем самым всасывание жира, снижает уровень холестерина в крови. Другая особенность яблочного пектина обволакивать выстилку кишечника, замедляя всасывание сахаров, способствуя нормализации уровня инсулина, а следовательно, и обмена веществ. ***Желатин*** способствует восстановлению нарушенной структуры и функции соединительной ткани.

Какао содержит биологически активные вещества, которые активизируют работу мозга и улучшают память.

Мёд содержит порядка 500 различных соединений. В том числе почти все микроэлементы, напоминая по составу плазму крови человека. В состав меда входят важнейшие ферменты, витамины. За счет содержания фитонцидов мед обладает бактерицидным действием. В мёде найдены природные антибиотики, что

определяет его важность в борьбе с болезнетворной микрофлорой. Учеными отмечено, что он улучшает реологические свойства крови, показатели липидного обмена, стабилизирует артериальное давление, повышает работоспособность. Глюкоза и фруктоза, входящиее в состав мёда, стимулируют образование гликогена – основного энергетического материала печени, восстанавливая ее функции, утраченные с возрастом.

Компоненты продукта брали в разных соотношениях. В процессе создания функционального продукта исследовалось 5 рецептур (табл. 89).

Таблица 89

Варианты рецептуры функционального продукта «Геронт»

Наименование ингредиентов	Количество ингредиентов, % от суммы				
	Вариант				
	1	2	3	4	5
Молоко	83,0	86,0	86,0	88,0	89,5
Желатин	3	1,0	0,5	–	1,0
Фосфолипиды	4,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Какао	3,0	4,0	5,0	2,0	4,0
Цикорий	1,4	1,0	1,0	1,0	0,5
Пектин	3,0	1,0	0,5	2,0	–
Мёд	2,6	5,0	5,0	5,0	3,0

Продукт «Геронт» получали путем соединения соевого молока и данной добавки в различных соотношениях, настаивали для набухания 40–45 мин, проводили гомогенизацию при температуре 45–60°С в переменном магнитном поле с магнитной индукцией 0,1–0,5 Тл в течение 25–35 мин. Эти приемы способствовали дополнительному повышению эмульгирующей способности фосфолипидов, образованию высокодисперсной суспензии.

Они обусловили увеличение стойкости суспензии при хранении и, что очень важно, улучшение вкусовых качеств нового продукта.

Достоинством рецептур продукта «Геронт» является 100-процентное использование натуральных ингредиентов в виде ценного многофункционального лечебно-профилактического продукта.

В результате проведенной дегустации на основании органолептических показателей различных вариантов рецептуры продукта «Геронт» был выбран лучший – под номером 3 (табл. 90).

Таблица 90

Сравнительная характеристика различных вариантов рецептуры продукта «Геронт»

Показатель	Продукт «Геронт»				
	Вариант				
	1	2	3	4	5
Цвет	Коричневый	Светло-коричневый	Кремовый	Светло-кремовый	Светло-кремовый
Консистенция	Твёрдая	Твёрдая	Нежная, желеобразная,	Нежная, не сильно желирующая	Нежная, желеобразная
Вкус	Горький, кисловатый, неприятный	Жирный, приятный, послевкусие кисловатое	Насыщенный, сливочный, шоколадный	Приятный жирный, послевкусие кисловатое	Насыщенный, приятный, сливочный, не сладкий

Вкус и запах полученного пищевого продукта этого варианта насыщенный, сливочно-шоколадный, приятный. Цвет – кремовый, консистенция – однородная, желеобразная, нежная.

Мы установили, что ***употребление нового продукта в количестве 400 г в сутки обеспечит поступление в организм человека на адекватном уровне таких функциональных компонентов пищи как белок, фосфолипиды, витамин Е, а также полиненасыщенные жирные кислоты ω-6 и ω-3 в соотношении, необходимом здоровому организму*** (табл. 91).

При соблюдении указанных режимов в процессе получения продукта в нём сохраняются в нативном состоянии необходимые физиологически функциональные ингредиенты, которые обеспечивают его геродиетический эффект.

Таким образом, ***разработанный нами продукт «Геронт» является природным физиологически ценным продуктом, обладающим геродиетическими свойствами, достаточными для диетического питания людей пожилого и старческого возраста при нарушенном липидном обмене*** (атеросклерозе любой

Таблица 91

Биологически активные компоненты функционального пищевого продукта «Геронт»

Пищевые и биологически активные компоненты пищи	Адекватный уровень потребления по МР* 2.3.1.1915-04 (сутки)	Количество биологически активных веществ в 400 г продукта «Геронт»
Белок соевый, г	6,25	12,4
Фосфолипиды, г	7	8
Витамин Е, мг	15	26
ω-6: ω-3	8–10:1	8,6:1

*МР – медицинские рекомендации

локализации, ишемической болезни сердца, гипертонической болезни, гиперлипидемиях, сахарном диабете, хроническом гепатите, жировой дистрофии печени, желчекаменной болезни).

Он может быть рекомендован для непосредственного употребления в пищу в качестве самостоятельного профилактического средства и на фоне диетотерапии.

Этот продукт можно приготовить в домашних условиях. Для этого нужно смешать 1 ч. ложку желатина, 2 ч. ложки фосфолипидов, 2 ч. ложки порошка какао, 1 ч. ложку порошка корня цикория, 1 ч. ложку пектина яблочного, 3 ч. ложки мёда. Можно добавить немного ванили. Все компоненты перемешать. Добавить 100 мл соевого молока. Тщательно перемешать и оставить для набухания на 45 минут. Затем еще добавить в смесь 100 мл горячего соевого молока. Перемешать, но лучше взбить в миксере.

9.9 ОБЩЕСТВЕННОЕ ПИТАНИЕ И ДОМАШНЯЯ КУХНЯ

Перечислить все пищевые продукты общественного питания и домашней кухни, в которых применяется соя, практически невозможно. Основная цель использования сои – это обогащение рациона хорошо сбалансированными белками и маслом, витаминами группы В и некоторыми минеральными элементами.

Для большинства продуктов переработки сои характерно отсутствие своеобразной вкусовой гаммы. По этой причине в кулинарии ее можно использовать как основу и обогащать различными приправами, вкусовыми добавками, ароматизаторами, создавая богатейший спектр острых, соленых и сладких блюд. Это в полной мере осуществляется в странах Юго-Восточной Азии, имеющих древнейшие традиции по использованию сои в пищевых целях. В Китае, например, из сои (с использованием специй, бамбуковых ростков и различных приправ) готовят имитации: жареного гуся, плавников акулы, жареного ужа, курицы с макаронами и грибами (Н.И. Смородина, 2000).

В России соя не нашла такого широкого применения в различных слоях населения. Немалую роль сыграло отсутствие навыков кулинарной обработки сои, знаний об особенностях различных сортов, длительность, а порой и сложность приготовления некоторых блюд.

Самый длительный процесс приготовления соевых продуктов в домашних условиях – это *варка сои*. Прежде чем приступить к ней, сою перебирают, отделяя от примесей и поврежденных семян, промывают в нескольких водах и оставляют для набухания в течение 16–20 часов в избытке воды (особенности набухания различных сортов сои даны в разделе «Физические свойства семян»). Объем воды должен быть в 3–5 раз больше объема зерна. Для того, чтобы соя после варки была нежной и к тому же остаточное количество ингибиторов трипсина в ней было минимальным, некоторые рекомендуют замачивать сою в холодной воде с добавлением соды из расчета: 1 г соды на 1 литр воды. Однако лучше это не делать, так как сода несколько ухудшает вкус блюд и разрушает витамины.

После замачивания сою промывают и варят до мягкости зерна от 1,5 до 2,5 часов в зависимости от биологических особенностей сорта. Так, например, сорт Фора с содержанием белка в зерне 44–45 % достаточно варить 1,5–2,0 часа, а самый высокобелковый сорт Валента с содержанием белка 47–49 % требует более продолжительного времени варки – 2,0–2,5 часа.

Варить сою необходимо на слабом огне, так как при сильном кипении она остается твердой. При использовании скороварки процесс приготовления сои сокращается в два раза. Далее сою нужно откинуть на дуршлаге. Отвар при желании можно исполь-

24 Заказ 079

зовать для приготовления супов или соусов, а сою – для приготовления самых разнообразных острых, сладких, нейтральных блюд без измельчения или после измельчения зерен. Самым лучшим, можно сказать непревзойденным, по вкусовым качествам и внешнему виду является сорт сои Фора. Его зерна светлые, крупные, после полного набухания похожи на фасоль. После варки они имеют мягкую консистенцию, нежный зерновой вкус, без травянистого привкуса.

Перечислить все блюда, которые можно приготовить в домашних условиях, практически невозможно. Для удобства и экономии времени можно сразу отварить сою для 3–4-х разных блюд. Вначале приготовить одно блюдо, оставшиеся порции отварной сои положить в морозильную камеру и использовать их по мере надобности.

Наиболее простыми и доступными являются следующие варианты:

– ***борщ или суп.*** В конце приготовления вегетарианского борща или супа по вашему любимому рецепту добавить 1 стакан отварной сои и проварить еще 5 минут. Эти блюда можно приготовить и на натуральном мясном, курином бульоне или с использованием бульонных кубиков;

– ***салаты.*** Вареную сою можно добавлять в салаты вместо зеленого горошка, а также в винегреты или творчески составлять композиции из различных овощей и сои, приправляя соевым майонезом или маслом с уксусом и специями. Например:

1 – Смешать 150 г вареных семян сои, 150 г мелко нарезанного сельдерея, 100 г натертого сыра, 100 г сметаны, перец, соль;

2 – Отварить 150 г шампиньонов, добавить 100 г отварного соевого мяса, два нарезанных помидора и один соленый огурец, 50 г натертого сыра. Все перемешать, заправить 200 г майонеза и посыпать перцем;

3 – Размять 200 г тофу, нарезать 2 свежих огурца и 1 луковицу, измельчить 1 дольку чеснока, добавить 100 г сметаны, перец, зелень. Настоять 1 час;

4 – Авторский вариант салата из отварной сои: Один стакан вареной сои смешать с 1 ст. ложкой шашлычного кетчупа и 1 ст. ложкой майонеза. Добавить 0,5 стакана измельченных ядер грецких орехов и 2-3 измельченных дольки чеснока. Для предотвращения метеоризма салат посыпать измельченными на кофемолке специями: семенами укропа или тмина, майораном;

– ***гарниры*** или второе блюдо. К варлной сое можно добавить обжаренный лук, чеснок, специи, зелень, томатную пасту и потушить на растительном масле. Вместо томатной пасты можно использовать майонез;

– ***паштет.*** Получают, измельчая на мясорубке варёную сою и добавляя лук, обжаренный на растительном масле, специи по вкусу. После тщательного перемешивания массу прожаривают;

– ***котлеты.*** Авторский вариант: котлеты можно готовить с добавлением мясного фарша или без мяса в любом соотношении мяса и сои. В случае приготовления котлет только из варёной сои, ее вместе с луком измельчают на мясорубке, добавляют два яйца на 1 кг пюре, а также измельченные зелень, специи (имбирь, майоран, измельченные семена тмина или укропа), два сухих измельченных бульонных кубика (куриных, мясных, грибных). Все тщательно перемешивают. Формируют каждую котлету, обваливая в муке или сухарях, и жарят на любом масле. После этого котлеты тушить не надо, иначе они распадутся. По консистенции такие котлеты получаются более нежными, чем только мясные;

– ***орешки соевые***. Вареное соевое зерно подсушивают путем поджарки на сковороде или в духовом шкафу до хрустящего состояния. Их можно готовить как сладкими, так и солеными. В первом случае их сбрызгивают сладкой, а во втором – соленой водой;

– ***кофе.*** Прожаривают зерно сои до светло-коричневого цвета, измельчают на кофемолке. Для улучшения вкуса соевый кофе смешивают с натуральным в соотношении 1:1. В этом случае получается и питательный и вкусный напиток;

– ***соевое молоко***. Его также можно приготовить в домашних условиях. Сначала зерно освобождают от примесей, тщательно моют и замачивают в водопроводной воде на 24 часа с многократной сменой воды. Набухшее зерно измельчают на мясорубке до пастообразной консистенции. Разбавляют пасту водой из расчета: на 1 кг сухого исходного зерна берут 6 литров воды. Перемешивают эмульсию 15–20 минут. Настаивают 10–15 минут.

Фильтруют и отжимают через натуральную плотную ткань. Отжимки можно использовать для приготовления оладий или, подсушив, добавлять в выпечки или каши. Молоко кипятят в эмалированной посуде при перемешивании в течение 1–1,5 часов. Для улучшения вкуса в него при кипячении можно добавить половину стакана сахара и чайную ложку соли на 5–6 литров молока;

– ***простокваша.*** Если соевое молоко оставить при комнатной температуре, то через 12–15 часов из него получится простокваша;

– ***ряженка.*** К теплому молоку добавить для закваски натуральную сметану из расчета: на 1 литр молока – одну полную столовую ложку сметаны, укутать. Через 6–8 часов ряженка готова и ее надо поставить в холодильник;

– ***кефир.*** Теплое соевое молоко заквасить кефиром (1 столовая ложка на 1 литр молока). Через 8–12 часов образуется соевый кефир. Используя различные закваски можно получить такие продукты как ацидофилин, нарине, йогурты (аналогичные натуральным продуктам из коровьего молока);

– ***сыр-тофу***. 1 – *пресный*. Получается осаждением белка из горячего молока (85 °С) различными растворами: а) уксусом (1 столовая ложка уксуса на 1 л соевого молока), б) кефиром (1 стакан кефира на 1 л молока), в) овощным рассолом (1 стакан на 1 л молока). После осаждения массу фильтруют, отжимают. Сыр прессуют 3–5 часов, затем хранят в холодильнике;

2 – *кисло-молочный* сыр. Получают кипячением кисло-молочных соевых продуктов. Массу фильтруют. Осадок отжимают, прессуют.

В свою очередь *сыр-тофу* можно использовать в самых различных видах:

– как начинку для пирогов, пирожков, ватрушек, смешивая с вкусовыми добавками, фруктами, овощами. Например, фаршированные помидоры можно приготовить таким образом: у 5–6 средней величина помидоров срезать макушки, вынуть мякоть. Смешать ее со 100 г размятого сыра-тофу, добавить 3 дольки измельченного чеснока, специи, зелень, соль. Начинить этим фаршем помидоры, полить соевым майонезом (Т.М. Бикбов, 2000);

– можно нарезать кубиками и добавлять в овощные супы, салаты. К примеру, салат из сыра-тофу с овощами можно приготовить следующим образом: разогреть соевое масло, пассеровать в нем лук, добавить овощи (лук, цукини, корень имбиря, сладкий перец) и потушить. Приправить карри, куркумой, кориандром, соевым соусом, солью, перцем, добавить тофу, украсить листьями мяты;

– выдержать в рассоле кубики из тофу и использовать к пиву;

– поджарить на растительном масле. Для этого предварительно сыр-тофу нарезать кусочками, запанировать в смеси муки, соли, перца, жарить порциями во фритюре до золотистого цвета; или же приготовить жареный тофу, нарезанный ломтиками в кляре. Для этого приготовить кляр: взбить яйцо с молоком и мукой, посолить, смочить ломтики в кляре, обжарить, подавать с жареным луком;

– приготовить бутербродную пасту. Для этого 150 г соевого сыра-тофу растереть с 50 г растопленного сливочного масла и тремя зубчиками измельченного чеснока. На обжаренные ломтики хлеба намазать бутербродную пасту и украсить зеленью, кусочками болгарского перца, огурца и др. Или другой вариант: 300 г тофу, 100 г грецких орехов 2 дольки чеснока пропустить через мясорубку, посолить, поперчить, добавить сметану, перемешать;

– испечь пиццу. В разогретую духовку (230 °С) положить лепешку для пиццы. Смазать ее 1 стаканом томатного соуса, выложить 1 стакан раскрошенного тофу, столько же обжаренных грибов, по полстакана тертого сыра и нарезанных маслин. Выпекать (Г.Т. Балакай, О.С. Безуглова, 2003);

– ***плов.*** На хорошо разогретой сковороде с растительным или топленым сливочным маслом обжарить 1 луковицу и 1 морковь. В кастрюлю налить 1,8–2,0 стакана воды или бульона, закипятить, всыпать 1 стакан промытого риса и обжаренные овощи, добавить 1 стакан отварной сои (или кусочки предварительно замоченного в течение 1 минуты и отжатого соевого мяса – текстурата) и специи: имбирь, измельченные семена кориандра и укропа. Варить на медленном огне до готовности риса. Или варить в течение 10 минут, а затем кастрюлю отставить, хорошо укутать для

сохранения тепла на 2 часа (рис после этого будет готов) (Авторский вариант);

– ***голубцы***. Кочан капусты средней величины после удаления кочерыжки отварить в подсоленной воде до полуготовности, охладить, разобрать на отдельные листья, утолщенные стебли срезать. В листья разложить фарш (смесь 60–70 % мясного и 30–40 % соевого) и завернуть. Уложить в кастрюлю или противень, залить водой или томатным, сметанным или майонезным соусом. Запекать в духовке в противне или варить на открытом огне в кастрюле;

– ***блюда с соевыми проростками***. Самыми питательными и биологически ценными получаются проростки из высокобелковых сортов сои, так как они содержат не только наибольшее количество белков, витаминов и минеральных элементов, но и одновременно наименьшее количество антипитательных веществ. Из кубанских сортов наилучшим является сорт Валента. Очищенные от примесей семена сои замочить на сутки в воде в соотношении 1:5, воду слить, затем семена промыть, уложить на поддон или поднос на влажную ткань и затем накрыть тканью, хорошо смоченной водой. Промывать прорастающие семена два раза в день, накрывая влажной тканью. В зависимости от температуры окружающей среды и сорта сои прорастание длится 5–7, а в прохладном помещении до 10 дней. Когда проростки достигают длины 3–5 см, проращивание заканчивают. Из 1 кг соевых семян получают 2,5 кг проростков. Затем семядоли удаляют, ростки промывают холодной водой в дуршлаге и используют для приготовления различных блюд. Для хранения их можно высушить в духовке;

– *ростки сои с грибами.* 15 г сушеных грибов отварить и нарезать. 100 г ростков сои нарезать и ошпарить кипятком. В нагретую сковороду с маслом сразу положить грибы и ростки, посолить, добавить 1–2 столовых ложки грибного отвара, помешивая тушить до готовности;

– *ростки сои с редькой*. Две очищенные редьки натереть на крупной терке. Соевые ростки мелко порубить. Поместить все в салатник, посолить и хорошо перемешать. Перед подачей на стол салат заправить сметаной (Н.И. Смородина, 2000);

– ***блюда с совыми текстуратами («соевым мясом»).*** Залить 2–3-кратным количеством кипящей воды соевые текстураты, добавить соль или соевый соус, мясной, грибной или овощной кубик для бульона, специи по желанию и вкусу (можно измельченный имбирь, тмин, майоран, укроп, кориандр). Выдержать полчаса до полного набухания текстурата. Слить жидкость, в случае необходимости – отжать. Текстурат готов для дальнейшего использования. Можно брать практически любой рецепт, в котором предусмотрено использование мяса, и заменять частично (треть или половину) на подготовленный текстурат;

– ***соевый фарш:*** добавлять (перед приготовлением блюда) в фарш мясной, или из кальмаров, из грибов, курицы. Обжаривать с луком, добавлять зелень, специи или делать котлеты, голубцы, тефтели.

Различные пищевые продукты из цельной и переработанной сои

Для детей грудного, ясельного возраста, для престарелых, послеоперационных больных используют соевые изоляты *в заменителях молока на соевой основе*. Они не содержат углеводы (олигосахариды), которые обычно вызывают газообразование, поэтому усваиваются легко.

В рубленых мясных изделиях типа котлет замена до 20 % мяса соевыми белками не требует никаких вкусовых добавок. И только при более высоком содержании белков может оказаться необходимым добавление приправ для компенсации излишнего разбавления мясного выкуса. Соевые белковые продукты, особенно текстурированные, востребованы *при производстве кормов для домашних животных* (Соевые белковые продукты, 2002).

В производстве *конфет* соевую муку используют в качестве добавки к карамели и ирискам, так как они при этом становятся менее липкими. Кроме того, полножирные соевые *хлопья* обжаривают в горячем масле и используют в конфетах вместо орехов. *В тортах* можно заменить 50 % сухого молока соевой мукой. При этом можно сократить количество яиц и жиров (Р.В. Кузьминский, В.Н. Мыриков, 1997).

К десертам из соевого молока относят пудинги и кремы. Их готовят из соевого молока с добавлением пектина и карагинана, а также ароматизирующих веществ, таких как карамель, ванилин, шоколад.

В настоящее время ***в торговле имеется*** богатейший ассортимент готовых пищевых промышленных продуктов на основе сои с различным сроком годности: от нескольких суток до 1 года. Например:

Тофу по-русски с хреном. Состав: изолят соевого белка, растительное масло, соль, хрен. Срок годности – 45 суток.

Паста сырная соевая. Состав: соевые белки. Растительное масло, крем сметанный соевый, вкусовые ароматические добавки. Срок годности 30 суток.

Ветчинный гуляш. Состав: текстурированная обезжиренная соевая мука, вода, натуральные ароматизаторы. Срок годности 12 месяцев.

Азу со вкусом говядины. Состав: мука соевая текстурированная обезжиренная, соевый фарш, натуральные вкусовые добавки. Срок годности 12 месяцев.

Соевое мясо со вкусом курицы. Состав: мука соевая обезжиренная текстурированная, вкусовые добавки, идентичные натуральным. Срок годности 12 месяцев.

Десерт с вишней. Состав: соевые белки, сквашенный соевый продукт, растительное масло, сахар, стабилизатор, фрукты и ягоды. Срок годности 3-е суток.

Паста шоколадная. Состав: соевые белки, растительное масло, сахар, какао-порошок, орехи. Срок годности 45 суток.

Сгущенка клубничная «Альбелла». Состав: молоко соевое, масло соевое, сахар, ароматизатор фруктово-ягодный, пектин, крахмал, соль, сода. Срок годности 45 суток.

Фитокрем ванильный. Состав: зерно сои, вода, пальмовое и кокосовое масло, сахар, соль, пектин, крахмал, ароматизатор. Срок годности 30 суток.

Фитойогурт. Состав: зерно сои, вода, сахар, крахмал, йогуртовая закваска. Срок годности 10 суток.

Крем сметанный. Состав: соевые белки, растительное масло, закваска молочнокислых бактерий, калий лимоннокислый. Срок годности 30 суток.

Фитомайонез. Состав: зерно сои, вода, сахар, соль, рафинированное дезодорированное растительное масло, крахмал, уксус, горчичный порошок, сода. Срок годности 60 суток.

Фитосоус пикантный острый. Состав: зерно сои, вода, сахар, соль, пищевая сода, растительное масло, крахмал, уксус, горчичный порошок, специи. Срок годности 60 суток.

10. СОЯ – НАТУРАЛЬНЫЙ КОРРЕКТОР ПИЩИ И ЛЕЧЕБНЫЙ ПРОДУКТ

Известно, что идеальной и тем более универсальной пищи не существует по той причине, что, во-первых, потребности людей разного пола, возраста и состояния здоровья сильно различаются. Во-вторых, нет ни одного натурального пищевого продукта растительного, животного или микробиологического происхождения, который бы в полной мере соответствовал физиологическим потребностям организма человека в любых жизненных ситуациях. Поэтому, используя традиционные продукты питания, как базовые, необходимо на основе знания об их химическом составе и суточной потребности человека, корректировать компонентный состав пищи с учетом истинного состояния организма.

В нашей стране велик диапазон нарушений питания – от дефицита белка, витаминов А, С, Е, группы В, незаменимых жирных кислот, отдельных макро- и микроэлементов до избыточного потребления пищи, особенно жирной, углеводной, соленой, копченой.

Вопрос регуляции питания очень сложный, требует специальных знаний. Поэтому усилия ученых направлены на то, чтобы из арсенала источников питания выделить и использовать прежде всего те продукты, с помощью которых в нужном направлении можно откорректировать рацион питания. Это должны быть, как правило, источники тех веществ, которые не вырабатываются человеческим организмом и могут быть получены с пищей (незаменимые аминокислоты, эссенциальные жирные кислоты, большинство витаминов, а также макро- и микроэлементов).

Цивилизация за короткий срок так изменила внешнюю среду, образ жизни и питания, что организм человека, как биологическая структура, не успел приспособиться к резко изменившимся условиям и поэтому страдает от недостатка в пище ряда перечисленных жизненно важных компонентов.

Возникли и получили широкое распространение так называемые «болезни века» (атеросклероз с его последствиями – инфарктом и инсультом, рак, диабет, остеопороз, остеохондроз и другие). Вернуться назад «к природе» не всегда возможно, поэтому необходим научный подход к поиску сырья и созданию пищевых продуктов, корректирующих обычный рацион с целью предотвращения или устранения функциональных нарушений, вызванных недостаточным снабжением организма незаменимыми веществами в нужном количестве.

Свой негативный вклад внесли такие современные способы обработки пищи как рафинация – удаление биологически активных веществ из натуральных продуктов (масла, сахара, муки и др.) с целью увеличения их сроков хранения. А также высокотемпературная обработка, вызывающая не только гибель микроорганизмов и инактивацию антипитательных веществ, но и частичное разрушение полезных компонентов пищи. Поэтому организм человека стал страдать от несбалансированности незаменимых питательных компонентов. Произошло нарушение эволюционно сложившегося типа питания. В результате этого появился ряд заболеваний, ранее не свойственных человеку.

Возросла техногенная агрессия вследствие широкого использования синтетических химических средств в составе продуктов питания, в быту, в биосфере. У большинства людей наблюдается повышенная утомляемость, раздражительность, слабость, напряжение, страх, депрессия. Снижен иммунный потенциал организма.

В современном обществе в структуре заболеваний все больше места занимают болезни, причиной которых является пища, несбалансированная по незаменимым для организма человека веществам. Низким качеством питания обусловлены не только многие болезни, но и снижение рождаемости, уменьшение продолжительности жизни и рост смертности.

Согласно теоретическим представлениям академика А.А. Покровского, любая неинфекционная болезнь является отклонением от нормального метаболического и энзиматического статуса организма. Так, возникновение и развитие болезней органов *дыхания* определяется недостатком фосфолипидов, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов Е, А, β-каротина. Заболевания *нервной системы* обусловлены дефицитом витаминов Е и С, фосфолипидов и минеральных элементов (магния, цинка); заболевания *органов пищеварения* – фосфолипидов, полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, витаминов B_1, B_2 и РР, а также магния, кальция, фосфора (А.Н. Пахомов, О.В. Ясюк, Ю.И. Марковский, П.Г. Рудась, В.И. Мартовщук, 2006).

Корректировать рацион питания следует натуральными продуктами. Они известны как среди дикорастущих, так и культурных растений, микроорганизмов, морепродуктов. В древние века лекарств не существовало. Лечили обычно травами, минералами и диетой, природными источниками.

В настоящее время существует практика коррекции питания с помощью синтетических веществ. Однако институтом туберкулеза установлено, что синтетические витамины группы В, которые рекомендуют для больных, усваиваются при приеме внутрь на 10–15 %, при инъекции на 20–25 %, в то время как витамины из натурального сырья усваиваются на 90 % (В.Е. Родоман, 1999). Поэтому предпочтение следует отдавать продуктам, созданным природой.

Как показывает практика, многие искусственные пищевые добавки не всегда детально изучаются до начала их широкого применения. Спустя многие годы оказывается, что они вредны для организма человека. Подсластитель аспартам, получаемый искусственно из двух аминокислот, после длительного периода коммерческого использования признан опасным. Имеется ряд пищевых добавок искусственного и комбинированного происхождения, которые оказывают вредное воздействие на организм человека. Для них определены уровни и дозы, безопасные для здоровья человека (А.А. Кудряшова, 2000).

В этой связи особый интерес представляют натуральные биокорректоры, к которым можно отнести сою.

Согласно данным, приведенным в главе «Химический состав семян», ***соя является той редкой сельскохозяйственной культурой, которая может быть успешно использована для коррекции питания при целом ряде заболеваний, связанных с недостатком белка, незаменимых аминокислот, фосфолипидов, эссенциальных жирных кислот, клетчатки, витаминов B_1, B_2, B_6, E, биотина, холина, фолиевой кислоты, минеральных элементов – калия, фосфора, кальция, магния в организме человека.***

Сою можно использовать для регулирующего воздействия на отдельные звенья метаболизма. Она может быть основой для получения ряда продуктов лечебно-профилактического назначения. В сое нет веществ, которые не встречались бы в других сельскохозяйственных культурах. Все дело в дозе, в которой они находятся в ее семенах.

К сое, как ни к какому другому пищевому продукту применимы высказывания Филлипа Ауреола Феофраста Бомпаста фон Гогенгейма (Парацельса) о том, что «нет токсичных веществ, а есть токсичные дозы». И еще: «то, что является здоровой пищей для одного организма, может быть вредно для другого; каждая вещь имеет скрытые свойства, которые полезны для одних существ и вредны для других» (Т. Литвинова, 2008).

Несмотря на то, что соя имеет тысячелетние традиции использования в пищу у народов Юго-Восточной Азии, до сих пор идут споры о том, полезна она для человека или вредна. В средствах массовой информации суждения об этой культуре контрастные: от восторженных до резко отрицательных.

Президент Российского соевого союза профессор Устюжанин А.П. в выступлении на научно-практической конференции в Воронеже в 2006 году отметил, что до сих пор «не удалось переломить негативное влияние на население страны антипропаганды сои».

В связи с этим, основываясь на литературных данных и результатах своих многолетних исследований, мы попытались дать по возможности наиболее объективную оценку качеству семян сои.

Соя содержит десять классов химических соединений, проявляющих биологическую активность, к которым относятся бел-

ки, липиды, олигосахариды, ингибиторы протеаз, фитостеролы, фенольные кислоты, сапонины, фосфатиды, изофлавоны, витамины. Они содержатся в семенах сои в достаточных количествах, обеспечивающих целесообразность их промышленного получения и эффективность терапевтического воздействия (О.В. Константинова, А.Н. Лисицын, В.Н. Григорьева, 2001).

Национальный институт рака США причислил сою к одному из шести наиболее обещающих видов натуральных продуктов для предупреждения рака и атеросклероза (K. Liu, F. Orthoefer, 1995).

Атеросклероз стал в XX веке болезнью номер один для большинства стран мира независимо от жизненного уровня населения. Никакое другое заболевание не может сравниться с ним по показателю смертности людей. Еще совсем недавно считали, что пища, содержащая большое количество холестерина, обусловливает образование холестериновых бляшек на стенках сосудов, которые сужают или перекрывают просвет в них, что приводит к развитию стенокардии, инфаркта, инсульта. В связи с этим врачи рекомендовали бесхолестериновую диету. В рекламе целого ряда продуктов питания специально подчеркивалось, что холестерин в них отсутствует.

Однако медицинская практика показала бесперспективность и бесполезность такой борьбы с атеросклерозом. Самые жестокие проявления этого заболевания наблюдали при дефиците холестерина в рационе, при недоедании и даже голодании. Вегетарианство также не спасает от образования атеросклеротических отложений на стенках сосудов. Преднамеренное длительное снижение холестерина в крови ниже потребностей организма, лишает возможности полноценно воспроизводить клеточные мембраны, стероидные и женские, и мужские половые гормоны, витамин Д, желчные кислоты, участвующие в пищеварении, со всеми вытекающими отсюда последствиями (М.Я. Жолондз, 1996). Низкий уровень холестерина может привести к раздражительности, сонливости, депрессии, склонности к суицидам и повышает вероятность геморрагического удара (А. Васильева, 2001).

В чем же истинная причина возникновения атеросклероза? Нашим соотечественником Жолондзом М.Я. (1996) проведено глу-

бокое, тщательное исследование этого вопроса, благодаря которому установлено, что причиной образования атеросклеротических бляшек является не холестерин, как таковой, а преобладание в крови липопротеидов низкой плотности (ЛНП) и липопротеидов очень низкой плотности (ЛОНП) над липопротеидами высокой плотности (ЛВП).

Холестерин доставляется к органам только с помощью белково-липидных комплексов – различных высокомолекулярных липопротеидов. От того, на каком «транспорте» он попадет к тканям, зависит его воздействие на организм (Н. Перова, 2009).

Если в крови находятся только липопротеиды высокой плотности, то никакого атеросклероза быть не может, так как они имеют малые размеры, содержат меньше холестерина, чем ЛНП и ЛОНП. Поэтому ЛВП прекрасно встраиваются в поврежденные артерии без образования бляшек и тем самым поддерживают в здоровом состоянии кровеносные сосуды, как и предусмотрено природой. Они забирают лишний, свободный холестерин и с кровью уносят к печени, где действует естественный механизм его утилизации.

Согласно теории Жолондза М.Я. (1996), образование крупных липопротеидов с повышенным содержанием холестерина (ЛНП, ЛОНП), вместо ЛВП происходит только в том случае, если имеет место нарушение оптимального, сложившегося в ходе эволюции, соотношения белки/триглицериды артериальной крови. *Если, например, жиров в крови оказывается больше нормы, то мелкие частицы (ЛВП) не могут образоваться, так как белков для их оболочек уже не хватит.* В таком случае для того, чтобы хватило имеющихся в крови белков для оболочек жировых частиц, организму приходится эти частицы укрупнять. Но крупные частицы (ЛНП и ЛОНП) опасны. Они содержат много жира и холестерина и не способны полностью проникнуть в интиму сосудов, что приводит к образованию бляшек на их стенках. *Избавиться от этого патологического процесса можно, только увеличив потребление белков и снизив потребление жиров с пищей. В этом случае наиболее подходящей пищей будут бобовые культуры, в семенах которых белка больше, чем жира.*

Из числа бобовых, особый интерес представляет соя, и не только потому, что в ее зерне содержится почти в два раза больше общего белка, чем в горохе, и в 3–4 раза больше, чем в зерновых культурах (табл. 92).

Таблица 92

Содержание и качество белка семян различных культур *

Культура	Содержание общего белка, %	Доля водорастворимой фракции в белке, %	Содержание лизина в белке, %
Соя	30–50	83–95	5,7–6,2
Горох	22–23	41,0	6,1
Арахис	20–37	79,5	3,4–3,5
Кунжут	24–27	5,5–6,8	2,9–3,0
Подсолнечник	15–26	29,2–56,2	3,3–3,5
Пшеница	13,5	14,6–16,1	2,5–2,6
Овес	17,1	7,5	4,2
Кукуруза	9,5		2,5–2,7

* – Обобщенные данные из разных источников

В белках сои еще и велика доля водорастворимой фракции, представленная ферментами и структурными белками (альбуминами, водорастворимыми глобулинами), которые при употреблении будут использованы организмом для образования сложных белков (липопротеидов, нуклеопротеидов и др.).

Еще одним преимуществом соевых белков по сравнению с другими белками растительного происхождения является лучшая их усвояемость (80–95 %) и сбалансированность аминокислот, повышенная концентрация лизина в белке (табл. 92). *Концентрация лизина в белках сои выше, чем в идеальном белке (образце ФАО/ВОЗ).*

По этой причине при потреблении сои часть лизина будет оставаться в свободном состоянии. И это очень важный фактор, так как американские ученые Лайнус Полинг и Матиас Рас открыли, что при достаточно высоких концентрациях лизина в крови, *он извлекает липопротеиды низкой плотности из уже существующих на стенках сосудов бляшек и вызывает их рассасывание.* На основе разработок американских ученых создан препарат «Лизивит-С», главными компонентами которого являются

лизин и витамин С. Из-за высокой цены он недоступен большинству россиян. Но, в то же время, ежедневное потребление высокобелковых соевых продуктов и повышенных доз аскорбиновой кислоты вполне осуществимо для каждого человека. В этом случае соя является и пищей и лекарством.

Некоторые диетологи считают, что на сегодняшний день *соевый белок – самое сильное и безопасное средство в борьбе с избыточным холестерином,* не уступающее по эффективности лекарственным средствам. Особенно важен тот факт, что чем выше содержание холестерина в крови, тем эффективнее снижает его соевый белок. Кроме того, *соевый белок снижает уровень липопротеидов низкой плотности*. Этим он выгодно отличается от некоторых лекарств и низкожировых диет, которые снижают общий холестерин. Кроме того, *компоненты соевого белка препятствуют образованию кровяных тромбов*, закупоривающих артерии, и делают их упругими (А. Васильева, 2001).

Наилучшими соевыми продуктами для профилактики и лечения атеросклероза является термически обработанное зерно высокобелковых сортов сои, обезжиренная мука, белковые соевые концентраты и изоляты (табл. 93).

Таблица 93

Содержание белка и незаменимых аминокислот в семенах сои и продуктах их переработки, % сухих веществ

Химический компонент	Семена	Обезжиренная мука	Концентрат*	Изолят*	Суточная потребность, г
Белок общий	28–50	44–59	60–70	90–93	80–100
Аминокислоты:					
лизин	1,76–2,84	2,51–3,33	4,27–4,42	5,76	3–5
треонин	1,19–1,81	1,63–2,00	2,80–3,04	3,96	2–3
валин	1,48–1,99	1,84–2,70	3,38–3,71	4,41	3–4
метионин	0,57–0,95	0,65–1,12	0,90–0,91	1,17	2–4
изолейцин	1,21–2,07	1,81–2,60	3,31–3,36	4,32	3–4
лейцин	2,09–3,38	2,99–3,96	5,38–5,67	7,02	4–6
фенилаланин	1,38–2,51	2,17–3,01	3,43–3,52	4,59	2–4
триптофан	0,51–0,85	0,60–1,00	0,77–0,90	1,17	1,0

* – Э.Г. Перкинс, 1998

Самым высокобелковым современным сортом сои является Валента селекции ВНИИМК, в семенах которого содержится 47–49 % белка. А удаление только оболочек и обезжиривание семян позволяют получить соевый продукт с содержанием белка 66,2 % (это на уровне белкового концентрата). После промывки 70 %-ным этиловым спиртом (согласно общепринятой методике производства соевых белковых концентратов) получается концентрат с содержанием белка 72–73 %, то есть выше пределов, установленных для обычных сортов.

Для предотвращения сердечно-сосудистых заболеваний управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов США (FDA) рекомендует ежедневно употреблять в пищу более 25 г соевого белка (P. Hairley, 1998). При употреблении 30–50 г соевого белка и исключении из рациона животных жиров лечебный эффект достигается через две-три недели. Особенно важно то, что *происходит снижение ЛНП и увеличение содержания ЛВП.* Службой Национального здравоохранения Италии текстурированный соевый белок бесплатно раздается как диетическое средство *для лечения гиперхолестеринемии* (М. Мессина, В. Мессина, К. Сетчелл, 1995).

Помогают в борьбе с лишним холестерином не только белок сои, но и ее изофлавоны, а также клетчатка, полиненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, сапонины, которых в нашем питании недостает (Н. Перова, 2009). *Но они в достаточном количестве имеются в сое для благоприятного физиологического воздействия на организм.*

Учеными медицинской академии последипломного образования г. Санкт-Петербурга на основе литературных данных и собственных экспериментов было сделано предварительное заключение о перспективности использования соевых белковых изолятов (типа Супро-760) для биорегуляции и лечения ряда заболеваний. В частности, *в кардиологии, особенно у больных атеросклерозом, гипертонической болезнью, в гинекологии, в иммунологии, гастроэнтерологии, гепатологии, нефрологии, в постхирургическом лечении больных.* Перспективной является разработка состава питания, в которое входят 55 % соевых продуктов, сбалансированных по содержанию всех ингредиентов. Эти про-

дукты предназначены *для эндоскопического метода лечения через зонд* для тех больных, которые не могут получать естественное питание (А.Ю. Барановский, Л.И. Назаренко, Райхельсон, 1999).

В области хирургической гастроэнтерологии при применении соевых белков в течение 1,5–3 месяцев трудоспособность больных восстанавливалась гораздо раньше, чем у больных, находящихся на обычной диете. Это достигается тогда, когда не менее 30% белков суточного рациона замещаются белками соевых продуктов. Значительный лечебный эффект достигается при использовании соевого белка *при кислотозависимых желудочно-кишечных заболеваниях (язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, хроническом гастрите)* (А.Ю. Барановский, Л.И. Назаренко, Райхельсон, 1999).

В институте экспериментальной медицины разработано новое лечебно-профилактическое средство *для комплексной терапии онкологических больных*. Оно включает изоляты соевого белка, пектин, микроэлементы, витаминообразующие молочнокислые бактерии, комплекс растительных адаптогенов (А.Н. Шутко, 1999).

В Центре иммунопрофилактики РАЕН на группе добровольцев, которых кормили в течение 50 дней обедом на основе текстурированного соевого белка (по 50 г каждое кормление), была установлена его *иммуномодифицирующая активность* (Б.Б. Першин, С.Н. Кузьмин, А.Н. Чередеев, 1999).

Установлено, что для того, чтобы *избежать заболевания подагрой,* в пищевом рационе следует снизить долю животных белков и увеличить потребление соевых (Л.М. Иольсон, 1932). Отличительной чертой соевых белков от животных является то, что соя бедна нуклеоальбуминоидами, дающими ксантиновые основания, но содержит больше парануклеоальбуминоидов, которые при разложении не дают пуриновых оснований, предшественников мочевой кислоты, которая является причиной этого заболевания.

Соевую муку рекомендуют *при хлорозисе, анемии и гипертиреоидизме, а в особенности при сердечных неврозах, и даже при лечении алкоголизма.* Соевая диета способствует уменьшению содержания жира в теле. Особенно важны соевые продукты *для страдающих ожирением* (Л.М. Иольсон, 1932).

Важным фактором нормализации обмена веществ является снабжение организма *полиненасыщенными жирными кислотами*: линолевой (ω-6), линоленовой (ω-3), арахидоновой (ω-3). Их даже называют витамином F (от латинского слова fat – жир). Эти жирные кислоты обладают уникальной способностью. Они *переводят холестерин в легко растворимые соединения, которые, в свою очередь, выводятся из организма*. Есть у них и другое важное свойство – они *повышают эластичность кровеносных сосудов и снижают проницаемость их стенок,* что очень важно для профилактики и лечения атеросклероза (А. Васильева, 2001). Но эти жирные кислоты не синтезируются организмом человека и должны быть получены с пищей.

Известно, что соя превосходит другие культуры по содержанию эссенциальной **линолевой и линоленовой жирных кислот в масле.** Согласно теории Жолондза М.Я. по набору жирных кислот к человеческому жиру наиболее близки животные жиры и маргарин, а в наименьшей степени – растительные масла. Поэтому при употреблении в пищу растительных масел, они в меньшей степени преобразуются в человеческий жир и, следовательно, менее атерогенны. Одновременное употребление в пищу животных и растительных жиров нежелательно, так как способствует увеличению образования человеческого жира примерно в 2 раза по сравнению с раздельным употреблением этих жиров.

Теория, изложенная Жолондзом М.Я., позволила ему сделать ряд рекомендаций по правильному питанию: *увеличить долю белков, значительно снизить потребление жиров*, отдавая предпочтение растительным, не смешивать животные и растительные жиры или хотя бы делать перерывы между употреблением тех и других жиров не менее 6–8 часов. В этом автор теории видит путь к недопущению атеросклероза у тех, у кого его еще нет (профилактика), и обратному развитию атеросклероза у тех, у кого он уже есть (лечение функциональных нарушений), но только в том случае, если не произошло обызвествление бляшек в артериях.

В более поздних исследованиях учеными был сделан акцент на то, что соотношение жирных кислот ω-6 и ω-3 в рационе жителей развитых стран вместо необходимого 4:1, составляет 20:1.

И это происходит из-за недостатка доли ω-3 жирных кислот (В. Пищалев, 2009).

Почему столь важным оказалось соотношение этих ненасыщенных жирных кислот? В. Яраева (2006) отмечает, что из линолевой и линоленовой жирных кислот образуются эйкозаноиды – предшественники гормонов, которые регулируют кровяное давление, стимулируют работу нервной системы и влияют на баланс других гормонов. Для того чтобы из линолевой и линоленовой кислот вырабатывался весь спектр гормонов, необходимо сбалансированное потребление этих жирных кислот. Мы чаще потребляем подсолнечное и кукурузное масла – источники ω-6, реже – оливковое масло – источник олеиновой кислоты ω-9. В итоге в нашем организме возникает перекос в выработке эйкозаноидов одного типа – в основном тех, которые способствуют сужению кровеносных сосудов и просвета бронхов, а также повышению кровяного давления. *Гормоны, продуцируемые из жирных кислот ω-3 и ответственные за расширение сосудов и снижение давления, в нашем рационе практически отсутствуют.*

В главе «Химический состав семян», разделе «Липиды» мы экспериментально показали, что в масле семян сои северного экотипа, выращенной в северном регионе, – самое высокое содержание линоленовой (ω-3) кислоты и лучшее, по сравнению с другими маслами, соотношение ω-6 к ω-3 (3,6:1). Это значит, это масло будет способствовать расширению сосудов и, как следствие, снижению давления и риска инфаркта, инсульта. Оно является лечебным. Соевое масло из семян сои южного экотипа, выращенных в южных регионах возделывания, имеет соотношение ω-6 к ω-3, равное 8–10:1. Это масло не является лечебным, но полезно для здорового растущего организма, не нарушает баланс жизненно важных веществ.

Таким образом, ***реализовать на практике теоретические медицинские разработки по предотвращению инфаркта, инсульта, можно, используя в рационе питания сою, в семенах которой содержание белка в наибольшей степени превалирует над содержанием масла, а жирнокислотный состав масла наиболее оптимален.***

Важным фактором оздоровления сердечно-сосудистой системы организма является наличие в пище достаточного количества **фосфолипидов.** Как и холестерин, они являются необходимым компонентом мембранных структур клетки и способствуют их регенерации, *укрепляют капилляры, обладают антиоксидантной активностью*. Фосфолипид **лецитин** *способствует предотвращению формирования желчных камней*. Он *принимает участие в обмене жиров в организме, способствует их сгоранию в печени*. Наряду с благотворным влиянием на центральную и периферическую нервную систему, *улучшает функцию печени и почек, препятствует образованию желчных камней, способствует усвоению жирорастворимых витаминов: А, Д, Е и К.*

Фосфолипиды сои и подсолнечника в настоящее время используют в качестве пищевой добавки для спортсменов, профилактики и лечения ряда заболеваний.

Для нормального функционирования сердечно-сосудистой системы необходимы антиоксиданты (в частности витамин Е), эссенциальные жирные кислоты, пищевые волокна, калий (М. Мессина, В. Мессина, К. Сетчелл, 1995). По содержанию именно этих биохимических веществ соя значительно отличается от других культур.

Несомненное превосходство сои по содержанию витамина Е делает ее очень важным компонентом пищи, так как известно, что **витамин Е** – прекрасный *антитромбин,* он снижает свертываемость крови, способствует очищению вен и артерий от сгустков крови, *укрепляет капилляры и помогает при расширении вен.* Кроме того, он *увеличивает уровень ЛВП («хороший» холестерин)* (А. Васильева, 2000).

Повышенное содержание **витаминов группы В, биотина, холина, фолиевой кислоты, витамина Е, а также предшественников витаминов Д и B_{12},** делает сою особенно привлекательной для ежедневного потребления, так как среди многочисленных источников растительного сырья не так много продуктов с достаточным содержанием этих веществ. В соевых проростках содержание этих биологически активных веществ значительно больше, чем в семенах (см. разделы «Витамины» и «Соевые проростки»).

19 Заказ 079

Велика роль **пищевых волокон** в оздоровлении организма. В сое 30 % от их общего количества приходится на водорастворимую фракцию. Гели, образуемые при варке сои, *понижают содержание холестерина в сыворотке крови, вызывают чувство насыщения после еды* (М. Мессина, В. Мессина, К. Сетчелл, 1995).

Нерастворимая клетчатка *повышает перистальтику кишечника, снижает вероятность раковых заболеваний толстой и прямой кишок, уменьшает запоры, снижает кровяное давление* (Б.К. Маурин, Д. Чейз, 1997).

Пищевые волокна повышают возможность выведения из организма тяжелых металлов, радионуклидов, что имеет немаловажное значение для лиц, проживающих на загрязненных ими территориях. В ряде стран продукты из сои рекомендованы в программах борьбы с последствиями аварий на атомных электростанциях (М. Климова. URL:http:www.COYA/e Care. Htm. 3с.).

Употребление соевых отрубей, содержащих 38 % диетической клетчатки, *способствует связыванию всякого рода болезнетворных и гнилостных образований пищеварения,* а также *ускорению очищения пищеварительного тракта от них с одновременным снижением риска желудочно-кишечных заболеваний, в том числе раковых* (Р.В. Кузьминский, В.Н. Мыриков, 1997).

Невысокое содержание сахаров и одновременно достаточное количество растворимой и нерастворимой клетчатки в семенах сои можно отнести к ее достоинствам. Эти вещества нормализуют работу желудочно-кишечного тракта, способствуют повышению устойчивости организма к неблагоприятным факторам. *Они особенно необходимы для рациона больных диабетом.*

По содержанию ***калия, кальция, магния, железа*** соя превосходит многие зерновые и бобовые культуры, что делает ее пригодной для профилактики ряда заболеваний, связанных с обменом веществ.

Из минеральных элементов в сое преобладает **калий** – наиважнейший элемент для работы сердечно-сосудистой системы. По содержанию калия соя превосходит некоторые другие культуры (табл. 94).

Таблица 94

Содержание калия, кальция и магния в некоторых сельскохозяйственных культурах и продуктах их переработки (в мг на 100 г съедобной части)

Культура	калий	кальций	магний	**Продукт***	калий	кальций	магний
Соя	***1607-2780***	***250-470***	***100-250***	**Мука:**			
Горох*	873	115	107	**пшеничная**	122	18	16
Фасоль*	1100	150	103	**ржаная**	100	19	25
Кукуруза*	292	34	104	**Крупа:**			
Пшеница*	325	62	114	**манная**	130	20	18
Овес*	421	117	135	**перловая**	172	38	92
Гречиха*	325	70	98	**ячневая**	160	42	96
				гречневая	218	55	78

* – Химический состав пищевых продуктов: Справочные таблицы, 1979

Наличие в сое повышенного содержания **железа** в биоусвояемой форме делает соевые продукты необходимым компонентом диеты при *железодефицитных анемичных состояниях* (М. Климова. URL:http:www.COYA/e Care. Htm. 3 с.).

В медицинской литературе неоднократно упоминается о том, что соя способствует профилактике *остеопороза.* Это заболевание развивается, как правило, во второй половине жизни, в том случае, если организму не хватает **кальция и магния.** В семенах сои этих элементов больше, чем в семенах других культур (табл. 94). Они не только должны поступать с пищей, но и быть обязательно усвоены. Известно, что усвоению кальция способствует витамин Д, который образуется в организме под воздействием ультрафиолетовых лучей, а также полового гормона эстрогена. В климактерический период продукция этого гормона снижается, и организм начинает остро нуждаться в кальции, хотя он поступает с пищей (Т. Рымаренко, 2005).

Соя же является одновременно источником и кальция и **фитоэстрогенов (изофлавонов).** Поэтому вполне понятно ее благотворное влияние на организм при остеопорозе.

Американские ученые провели ряд независимых исследований, к которым были привлечены 208 женщин возрастом от 45 до 74 лет. Результаты показали, что *у женщин, активно включавших в рацион питания соевые продукты, содержащие изофла-*

воны, показатель риска развития остеопороза и других заболеваний костной ткани был наименьшим (Врачебная газета, 2003).

Сотрудники Национального университета Сингапура, которые с 1993 по 2006 год наблюдали 63 тысячи китайских мужчин и женщин, пришли к выводу, что женщины, ежедневно употреблявшие умеренное количество сои (эквивалентное 49,4 г сыра-тофу), на 21–36 % *реже имели переломы шейки бедра*. На мужчин употребление этих продуктов не повлияло в плане состояния костной системы (URL:http://science.compulenta.ru/468731).

Велика роль соевых **изофлавонов** в профилактике и лечении *онкологических заболеваний.* В опытах, описанных Г.И. Папичевым, отмечено, что когда изофлавон генистеин добавлялся к клеткам, выращиваемым в пробирке, он *прекращал рост только раковых клеток, не препятствуя росту нормальных. Количество видов рака, подверженных действию генистеина, весьма велико, начиная от рака молочной железы и толстой кишки, до рака легких, простаты и лейкозов.* Генистеин оказывает такое воздействие на различные виды рака по той причине, что он затрагивает фундаментальные механизмы ракового процесса, такие как синтез тирозиновых ферментов под воздействием онкогенов, а также ангиогенез – рост новых сосудов опухоли.

Изофлавоны являются антиоксидантами, они положительно влияют на иммунный статус (О.В. Константинова, А.Н. Лисицын, В.Н. Григорьева, 2001).

Чаще всего раковым заболеваниям и атеросклерозу подвержены люди в периоды жизни, когда гормональный статус снижен. Нередко женщинам в постклимактерический период назначают гормонотерапию. Однако, по мнению Васильевой А. (2001), она не всегда безопасна, так как есть данные о возможной связи рака грудной железы и матки с приемом гормональных препаратов.

В США почти половина женщин после 45 лет стала практиковать гормонозамещение. Однако онкологическая статистика ухудшилась. Популярность этого метода быстро снижается. По информации Сумарокова Д. и Филимонова В. (2006), лечение рака молочной железы препаратами типа «тамоксифена» способствует развитию рака матки. Заместительная терапия относится к факторам риска.

Интересен механизм действия эстрогенов при раке груди, описанный Б. Зонненбург (2004). По ее мнению, собственные женские эстрогены, связываясь с рецепторами клеток молочной железы, стимулируют их деление. Если имеется опухоль в начальной стадии, то они подстегивают ее рост. Соя же содержит фитоэстрогены – изофлавоны, по структуре схожие с женскими эстрогенами. Они также способны «занимать» клеточные рецепторы, поэтому к ним уже не смогут присоединиться молекулы собственных эстрогенов. Получается, что изофлавоны играют ту же роль, что и лекарственные препараты, но не обладают их побочными эффектами. Аналогичным является и утверждение Васильевой А. (2001) о том, что изофлавоны сои обладают полезными свойствами эстрогенов, но без их нежелательного эффекта. *Употребление соевых продуктов в достаточных количествах в климактерический и постклимактерический периоды может практически заменить гормонотерапию и оказать благоприятное воздействие на организм.*

В отношении потребления здоровым организмом изофлавонов сои, как никаких других ее компонентов, нужна мера. Согласно отечественным санитарно-гигиеническим нормам безопасное и допустимое количество соевых фитоэстрогенов (изофлавонов) в сутки составляет 100 мг, а по данным американского журнала «Health» – 30–40 мг. Известно, что в 100 г соевого молока содержится 10 мг изофлавонов, сыра-тофу – 28 мг, вареного зерна – 55 мг, белкового концентрата – 97 мг. Можно в день употребить 1 стакан соевого молока и съесть 100 г сыра-тофу и это не превысит рекомендуемую норму.

К сожалению, вопрос об использовании эстрогенов является чрезвычайно сложным и до конца не изученным.

Анализ интернет информации показал, что в ней нередко встречаются категоричные негативные выводы, основанные на некорректных опытах и необоснованных суждениях. Например, пишут, что «кормление грудных детей вместо обычного детского питания соевым аналогом ведёт к тому, что в организм ребенка ежедневно поступают изофлавоноиды, эквивалентные пяти противозачаточным таблеткам». На чем основано это суждение? Нет ссылки на исследования. Что представляет собой «соевый аналог»?

Другое утверждение: «детям соевые продукты давать не следует, так как может возникнуть заболевание щитовидной железы» (URL:http://www.inflora.ru/diet/diet302.htm). Если источник информации имеет в виду низкое содержание йода в соевых семенах, то ученым известны способы обогащения соевого молока этим компонентом. Маловероятно, что специалисты по детскому питанию не учитывают известные научно обоснованные факты. И вновь появляется информация о том, что изофлавоны соевых продуктов могут подавлять функцию щитовидной железы, вызывая зоб и аутоиммунные заболевания (Б. Зонненбург, 2004).

Учитывая неоднозначность и разнонаправленность суждений о роли изофлавонов сои, появилась, на наш взгляд, настоятельная необходимость проведения медико-биологических исследований, на основе которых могли быть даны конкретные рекомендации потребителям соевых продуктов разных возрастов при различных состояниях организма. Кроме того, ***для детей можно производить продукты, не содержащие изофлавоны. А выделенные из сои в чистом виде эти вещества использовать в составе биологически активных добавок для профилактики и лечения заболеваний, связанных с нарушением гормонального баланса, снижения риска возникновения гормонозависимых видов рака, остеопороза, атеросклероза.***

И все-таки, поскольку существуют разные суждения, их не следует игнорировать. Биологам и медикам необходимо провести широкомасштабные исследования, в которых бы четко было определено, какие компоненты сои вредны для детского организма и имеются ли они в составе детских продуктов питания, проводится ли контроль безопасности импортного питания, включающего соевые компоненты. Столь же важным является вопрос о вреде соевых продуктов для беременных и кормящих женщин из-за содержания в них изофлавонов. Он также требует тщательного изучения. В конечном итоге необходимо разработать рекомендации для потребителей соевых продуктов разных возрастов при различных состояниях организма. Эту объективную информацию предоставить средствам массовой информации, сделав ее доступной населению во избежание некомпетентных эмоциональных суждений.

Мак Артур Джон заявляет, что «соя – убийца мозга». Приводится информация о том, что в документированных исследованиях, проведенных на 3734 пожилых мужчинах, доказано, что те из них, которые половину своей жизни употребляли в пищу соевый сыр-тофу, имели в 2,4 раза больше риск получить болезнь Альцгеймера. А доктор Лон Уайт из Гавайского Центра Исследований в Области Здоровья показал, что употребление сои приводит к ускорению старения организма. Все эти выводы можно назвать некорректными. Ведь те пожилые мужчины, которые половину своей жизни, по крайней мере, дважды в неделю употребляли сыр-тофу, имели в рационе питания массу других не соевых продуктов и напитков. Неизвестно каков был их материальный уровень, образ и условия жизни. В данных опытах не был осуществлен принцип единственного различия, поэтому их нельзя считать научно обоснованными.

К противоположному выводу пришли отечественные ученые на основе результатов применения соевых продуктов с использованием соевого изолята (Супро-760) в клинической диетологии. Предварительные исследования показали, что при достаточно большом объеме применения этих продуктов в домах престарелых относительно здоровыми и больными людьми геронтологического профиля, отмечено *снижение темпа развития старости* (А.Ю. Барановский, Л.И. Назаренко, Райхельсон, 1999).

Нейроэндокринолог Клауди Хагес из Седар-Санайского Медицинского Центра высказал мнение, что «соя выработала механизм контроля рождаемости того вида, который ею питается». Фитоэстрогены сои – своего рода «оральные контрацептивы», которые контролируют репродуктивные функции, результатом этого становится снижение рождаемости (URL:http://www.soya.bessmertie.ru/soya.shtml).

Но, каким же образом можно объяснить тот факт, что в тех странах, где практически ежедневно из века в век мужчины и женщины потребляют соевые продукты, рождаемость выше, а климактерический период у женщин проходит бессимптомно, чем в странах, где их совершенно не употребляют? Да и болезнь Альцгеймера вызывает тревогу не в странах Востока, где соя часто употребляемый продукт, а в экономически развитых странах За-

пада. В регионах, где соя является традиционным продуктом питания, детородная функция сохраняется дольше и активная фаза жизни продолжительней, чем в ряде других стран. Но, на наш взгляд, и эти доводы нельзя объяснить ролью одной только сои, входящей в рацион питания.

Нередко в популярных источниках встречаются публикации, в которых прослеживается путаница в терминах и понятиях. Так, например, ингибиторы протеолетических ферментов называют ферментами, фитаты (соли фитиновой кислоты) называют фитиновой кислотой, тирозин путают с тироидными гормонами, лецитины называют как незаменимыми биологически активными компонентами пищи, так и токсическими веществами и так далее.

Судя по наличию множества разноречивых суждений по поводу влияния изофлавонов сои на мужской, женский, детский, пожилой организм, проблема до сих пор остается не решенной. Одним словом, вопросов больше, чем ответов. Одно несомненно, что ответы должны быть научно обоснованными, но не поверхностными, умозрительными, эмоциональными, конъюнктурными.

Что же касается некоторых других компонентов соевых семян (лектинов, сапонинов, фитатов, олигосахаридов), то отношение к ним также неоднозначное. Чаще всего это происходит из-за недостаточной изученности и разнонаправленности их физиологического воздействия на организм человека.

В семенах сои содержатся **лектины** (гемагглютинины), которые принято считать вредными, так как они связывают соединения, содержащие углеводные фрагменты, и вызывают их агрегирование, тем самым нарушают функцию всасывания кишечника, а также «склеивают» эритроциты крови. Но диетолог Питер Д' Адамо (2006) считает, что, в отличие от лектинов других культур, именно соевые лектины не склеивают эритроциты крови здорового человека и поэтому они не противопоказаны людям с любой группой крови.

Положительным фактором является то, что лектины, как известно, «склеивают» споры микроскопических грибов, клеток бактерий, оказывают *противовирусное воздействие, защищая организм от инфекций.* Кроме того, лектины «*связывают» и гликопротеины пораженной раком крови, оставляя вне поля действия нормальные гликопротеины.*

При термической обработке в течение 15–25 минут при 80–100 °С лектины сои инактивируются. Следовательно, в таком случае они не производят никакого воздействия на живой организм. *В сырой же сое лектины находятся в достаточном количестве и поэтому их можно выделять в чистом виде и использовать в лечебных целях.*

Стероидные гликозиды – сапонины сои, с одной стороны, *оказывают гемолитическое воздействие на красные кровяные тельца,* а с другой, – *снижают уровень холестерина в крови, обладают антираковыми свойствами* (Е.Н. Артёмова, 1999). Но если учитывать, что при тепловой обработке семян сапонины гидролизуются в нетоксичный сапогенин, то их роль, как антипитательного фактора сои, невелика (С. Монари, Д. Уайзмен, 1993).

Невозможно однозначно судить о вреде или пользе **фитатов** – солей фитиновой кислоты. **Фитин** (инозитолгексафосфорная кислота), соединяясь с кальцием, магнием, железом, медью, марганцем, делает эти жизненно важные элементы малодоступными и плохо усвояемыми организмом человека и животных веществами. Этим объясняется его деминерализующий эффект. Однако при тепловой обработке усвояемость минеральных веществ повышается (В.Б. Толстогузов, 1987). Минеральные вещества высвобождаются из фитатов и при прорастании семян.

Американские ученые считают, что фитаты семян сои, вступая в соединения с токсичными веществами и радиоактивными элементами, выводят их из организма. Они *укрепляют иммунную систему, избавляют от свободных радикалов, повышают устойчивость ко многим видам рака* (М. Мессина, В. Мессина, К. Сетчел, 1995). Фитин значительно *тормозит процессы образования кристаллов оксалата кальция, и этот эффект снижает риск камнеобразования.*

Характерной особенностью сырых соевых семян является наличие в них большого количества антипитательных компонентов – **ингибиторов трипсина**, которые относятся к самым термоустойчивым веществам (табл. 95).

Таблица 95

Активность ингибиторов трипсина в различных пищевых продуктах

Наименование продукта	Активность ингибиторов трипсина, мг/г	Наименование продукта	Активность ингибиторов трипсина, мг/г
Яйцо сырое*	23,6–26,8	Зерно сои (сырое)	12,7–28,9
Яйцо вареное*	12,8–13,2	Консервы из сои	0,11–5,7
Горох	0,2–4,5	Мука соевая	3,8
Фасоль	0,5–4,6	Молоко сухое соевое	3,4
Чина	8–8	Соя жареная (130° С)	3,4
Картофель*	1,4–6,4	Соя, обработанная СВЧ-полем	0,2–1,2
Томаты*	2,2	Кофе из сои	0,6
Рис*	0,1	Белковый концентрат	1,3–2,0
Капуста*	1,8–2,1	Белковый изолят	0
Яблоки*	0,9–1,5		

* – B.H. Doell, C.J. Ebden, C.A. Smiht, 1981

Их активность находится на уровне сырых куриных яиц, но значительно выше, чем в семенах различных культур. Перед употреблением в пищу, семена сои всегда подвергают термической и технологической обработке. В результате активность этих веществ снижается.

Нами установлено, что чем ниже активность ингибиторов трипсина в исходном сырье, тем меньше она становится после термической обработки. Поэтому селекционерами и биохимиками ВНИИ масличных культур выведен новый пищевой сорт сои Валента с активностью ингибиторов трипсина на уровне вареных яиц и одновременно с самым высоким содержанием белка в семенах (46–49 %). Это позволило использовать замоченные в воде в течение двух суток и термически не обработанные семена сорта Валента в составе кормов для перепелов (см. раздел «Соя в кормопроизводстве»). Использование новых низкоингибиторных сортов сои селекции ВНИИМК в пищевых целях при щадящей термической обработке (не выше 100–120 °С) позволяет получать продукт с остаточной активностью ингибиторов трипсина не выше предусмотренного СанПиН уровня и наименьшей деструкцией полезных веществ семян сои.

Особый интерес представляют способы обработки семян, которые снижают активность ингибиторов трипсина и без термического воздействия. К ним относят производство ферментированных продуктов и соевых проростков.

Сброженное микроорганизмами вареное соевое зерно имеет повышенную питательную ценность. На этом факте основаны все древние технологии переработки сои.

В ряде опытов нами установлено, что активность ингибиторов трипсина снижается при прорастании семян. Особенно резко она падает после 4-го дня проращивания. На 5-й день у пищевого сорта Фора она не превышает предельно допустимого уровня. На 7-й день ингибиторы гидролизуются полностью. Чем ниже активность ингибиторов трипсина у исходных семян, тем ниже остаточная активность в проростках. Поэтому для получения соевых проростков для пищевых и кормовых целей наиболее пригодными являются сорта с изначально низким уровнем активности ингибиторов трипсина. Особенно важен факт, установленный нами, что содержание белка при прорастании семян не снижается, а при определенных условиях проращивания увеличивается, повышая тем самым их биологическую ценность. В проростках соевых семян в 1,5–2 раза больше витаминов группы В, в 1,1–1,5 раза – аскорбата натрия, в 1,5–1,6 раза – бета-каротина, в 1,1 раза – фосфора, в 1,4–1,5 раза – кальция, чем в покоящихся семенах до проращивания (В.С. Петибская, Е.Г. Ефремова, 2005). Кроме того, при прорастании семян активизируются ферментные системы, происходит гидролиз фитина, что сопровождается высвобождением и появлением в клеточном соке ионов кальция и магния (С.К. Арора, 1973). В связи с этим повышенная биологическая ценность соевых проростков делает их привлекательными для производства функциональных продуктов, лишенных ряда антипитательных веществ.

Для того, чтобы наилучшим образом использовать преимущества сои, следует широко использовать соевые проростки для питания человека и кормления животных, так как они обладают наибольшей биологической ценностью. Производить из них консервы или сухие завтраки. На основе современных технических

достижений разработать широкий ассортимент ферментированных соевых продуктов.

По мнению ученых, остаточное количество ингибиторов трипсина, не превышающее допустимый уровень, не представляет опасности для организма человека. Эти вещества *обеспечивают защиту от радиационного излучения и обладают детоксикационными свойствами* (И.Р. Урман, 2000).

Препараты ингибиторов трипсина рассматривают как перспективное средство *в борьбе с метастазированием злокачественных опухолей и как защиту организма при лучевых поражениях.* Они используются в медицине *для лечения больных с гиперпродукцией трипсина.* ***Поскольку в семенах сои самое высокое по сравнению с другими культурами содержание ингибиторов трипсина, то из них целесообразно получать чистые препараты и использовать их по назначению, а для кормовых и пищевых целей использовать сорта сои с низкой активностью ингибиторов трипсина.***

К нежелательным компонентам соевых семян относят **олигосахара (рафинозу и стахиозу),** которые, попадая в кишечник, усваиваются его микрофлорой с выделением газов, вызывая метеоризм. Но известно, что в результате термической обработки семян, их содержание значительно снижается. *Олигосахара удаляются и при производстве соевых белковых концентратов и изолятов. Ферментированные соевые продукты также лишены олигосахаров.*

Но, с другой стороны, именно ***олигосахара являются субстратом для полезной микрофлоры кишечника и тем самым способствуют избавлению от дисбактериоза. В этом и заключается их польза для организма человека, а метеоризм может быть устранен использованием укропа, тмина, фенхеля в составе продуктов из сои.***

Благодаря относительно невысокому содержанию углеводов (17–25 %), особенно растворимых (6–11 %), соя эффективна для профилактики и лечения *диабета.* Следует отметить, что водорастворимые углеводы соевых семян на 99 % состоят из олигосахаридов (рафинозы и стахиозы) и только 1 % составляет глюкоза (T. Hymowits, 1972).

Поскольку олигосахариды используются бифидобактериями и лактобактериями кишечника в качестве источника питательных веществ, соя способствует *оздоровлению микрофлоры кишечника.* Достаточно потреблять 40–75 г сои в день для того, чтобы оздоровить и поддержать в нормальном состоянии полезную микрофлору кишечника. Это в свою очередь обеспечит *повышение иммунитета, предотвращение аллергии*, а также ряда других заболеваний.

Именно поэтому сою в полной мере можно назвать пребиотиком. Эти свойства ей обеспечены за счет содержания в зерне большого количества главным образом олигосахаридов, а также антиоксидантов, ненасыщенных жирных кислот.

В последнее время появились предположения, что дисбактериоз может быть причиной ускорения развития атеросклероза, так как при дисбактериозе выпадает одно из звеньев утилизации холестерина (А. Васильева, 2001). Следовательно и олигосахариды сои способны *замедлить патологический процесс развития атеросклероза.*

Перечислить все исследования, проведенные зарубежными и отечественными учеными по использованию соевых продуктов в оздоровлении организма, невозможно. Привлекают внимание широкомасштабные эксперименты.

Например, 5 лет работы Научно-практического медицинского центра Вегетарианского общества России по использованию соевых продуктов в питании больных, инвалидов, ветеранов, позволили прийти к заключению, что грамотно построенный, научно обоснованный лактовегетарианский рацион с включением продуктов из сои, *может успешно конкурировать с гиполипидемическими медикаментозными средствами лечения* и при этом имеет еще ряд преимуществ.

Директор Ассоциации производителей соевых продуктов питания Ненси Чапмен сообщает, что «достигнут научный консенсус о роли соевых продуктов в *понижении риска заболевания остеопорозом, раком простаты, раком груди*, а потребление всего 20 г в день соевого белка *снижает риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний*».

Опыты на животных и клинические исследования показали значительный терапевтический эффект диет, содержащих соевые

продукты, как *при острой, так и при хронической язве желудка.* Под влиянием использованных лечебных диет *снижалась интенсивность процессов перекисного окисления липидов* и *восстанавливалось энергообеспечение поврежденной ткани желудка.* Отмечалась *регенерация эпителия* с выраженной тенденцией к заживлению язв (Л.В. Гапонова, Т.Т. Логвинова, А.В. Першикова, 2000).

В Центре иммунопрофилактики РАЕН на группе добровольцев, которых кормили в течение 50 дней обедом на основе текстурированного соевого белка, была установлена его *иммуномодифицирующая активность* (Б.Б. Першин, С.Н. Кузьмин, А.Н. Череднеев, 1999).

На основании доступной нам научной литературы по биологическому воздействию компонентов сои на организм человека и возможности ее использования для лечебных и профилактических целей, мы составили таблицу (табл. 96). В ней приведены только те химические вещества, которые находятся в семенах сои в количестве, превышающем ряд зерновых и масличных культур, и воздействие которых на организм человека ощутимо и проверено в клинических условиях.

Таблица 96

Биологическое воздействие компонентов семян сои на организм человека

Компонент соевых семян	Биологическое воздействие на организм человека	Показания для использования
1	2	3
Белки	Являются структурной и функциональной основой для формирования мышечных и нервных волокон, соединительных тканей, суставов. Удаляют избыточный холестерин, способствуя образованию липопротеидов высокой плотности	Атеросклероз. Гиперхолестеринемия. Гипертония. Сердечно-сосудистые заболевания. Хронический гастрит, язва желудка и двенадцатиперстной кишки
	Препятствуют образованию тромбов, обеспечивают упругость артерий. Обладают иммуномоделирующей активностью. Позволяют избежать заболевания подагрой при употреблении их вместо животных белков	Комплексная терапия онкологических больных

Продолжение таблицы 96

1	2	3
Полиненасыщенные жирные кислоты	Переводят холестерин в легкорастворимые соединения, которые выводятся из организма. Повышают эластичность кровеносных сосудов, снижают проницаемость их стенок. Являются предшественниками гормонов, регулирующих кровяное давление	Гиперхолестеринемия. Гипертония. Болезни органов дыхания и пищеварения
Фосфолипиды	Способствуют регенерации клеточных мембран. Антиоксиданты. Способствуют сгоранию жиров в печени, усвоению витаминов А, Д, Е и К. Предотвращают формирование желчных камней	Гиперхолестеринемия. Заболевания нервной системы, органов пищеварения, печени. Болезни органов дыхания
Пищевые волокна	Понижают содержание холестерина в сыворотке крови. Выводят тяжелые металлы и радионуклиды. Повышают перистальтику кишечника. Снижают кровяное давление	Диабет. Запоры. Гипертония
Олигосахариды	Способствуют оздоровлению микрофлоры кишечника	Дисбактериоз
Сапонины	Снижают уровень холестерина в крови. Обладают антираковыми свойствами	Гиперхолестеринемия
Лектины	Противовирусное действие. Связывают гликопротеины пораженной раком крови	
Фитин	Выводит токсичные вещества и радиоактивные элементы. Антиоксидант. Укрепляет иммунную систему. Снижает риск камнеобразования. Может контролировать рост клетки, увеличивая устойчивость ко многим видам рака	Предупреждение онкологических заболеваний
Витамины группы В	Являются коферментами и участвуют в белковом, углеводном, жировом обмене. Катализируют окислительно-восстановительные реакции. Улучшают процессы обмена	Заболевания органов пищеварения, нервной системы, зрения
Витамин Е	Антиоксидантное, антитромбическое действие. Укрепляет капилляры. Снижает содержание триглицеридов крови. Предотвращает прилипание липопротеидов низкой плотности к стенкам артерий. Улучшает иммунную функцию. Предотвращает образование катаракты	Атеросклероз. Снижение числа сердечно-сосудистых заболеваний. Болезни органов дыхания. Заболевания нервной системы

Продолжение таблицы 96

1	2	3
Магний	Необходим для эффективного функционирования нервов и мышц. Помогает предупредить отложения камней в почках и желчном пузыре. Предупреждает сердечные приступы и депрессию	Заболевания костно-мышечной системы, в том числе остеопороз. Болезни органов пищеварения и нервной системы
Кальций	Участвует в передаче нервных импульсов, сокращении мышц, формировании костной ткани, свертывании крови.	Заболевания костно-мышечной системы, в том числе остеопороз. Болезни органов пищеварения.
Фосфор	Активатор умственной и физической деятельности. Уменьшает боль при артритах. Сохраняет в здоровом состоянии десны и зубы. Принимает участие в передаче нервных импульсов	Заболевания нервной, костной системы и органов пищеварения
Калий	Нормализует ритм сердца. Способствует снижению давления крови. Помогает при лечении аллергии, водянки, гипогликемии	Сердечно-сосудистая система. Гипертония
Изофлавоны (фитоэстрогены)	Обладают антиоксидантной, антиаллергической, антиостеопорозной активностью. Подавляют рост раковых клеток при лейкозе, раке молочной железы, толстой кишки, легких, простаты. Уменьшают свертываемость крови, препятствуют образованию тромбов. ***Подавляют функцию щитовидной железы***	Гормонозависимые онкологические заболевания. Гипертиреоидизм. Остеопороз. ***Возможные противопоказания:*** Детский возраст, беременность, гипотиреоидизм
Ингибиторы трипсина	Обеспечивают защиту от радиационного излучения. Обладают детоксикационными свойствами, блокируют ферменты, стимулирующие рост раковых клеток. ***Блокируют фермент трипсин, расщепляющий белок***	Защита от неблагоприятных факторов среды. Гиперпродукция трипсина. ***Противопоказания:*** Наличие в пищевом продукте свыше 0,5 % ингибиторов (с активностью 5 мг/г)

Следует отметить, что указанные в таблице ингредиенты соевого зерна обладают способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций. В целом же семена сои приносят пользу здоровью человека, повышают его сопротивляемость заболеваниям, способны улучшить многие физиологические процессы в организме. Соевые семена и их отдельные компоненты можно рассматривать как физиологически функциональные и лечебно-профилактические продукты. При этом необходимо с осторожностью использовать те компоненты, которые имеют противопоказания.

Таким образом, суммируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что ***соя является сложнейшей в биохимическом плане культурой, над изучением которой нужно и в дальнейшем работать специалистам различных направлений (селекционерам, технологам перерабатывающей промышленности, гигиенистам, диетологам, медицинским работникам). Особое внимание уделить изучению небесспорной роли фитоэстрогенов (изофлавонов) сои, их воздействию на организм человека. Необходимы новые научные разработки по созданию функциональных продуктов питания с использованием сои, а также получению чистых препаратов не только соевого белка, но и фосфолипидов, пектинов, клетчатки, олигосахаридов, сапонинов, ингибиторов трипсина, лектинов, изофлавонов сои для использования их в лечебных целях.***

На сегодняшний день несомненно то, что соя является непревзойденным натуральным корректором питания, так как способна устранить в рационе дефицит белка, витаминов группы В, Е, фосфолипидов, полиненасыщенных жирных кислот, клетчатки, минеральных элементов: кальция, магния, фосфора, калия. Одновременно она является источником биологически активных веществ, которые могут быть использованы для создания продуктов лечебно-профилактического назначения.

Большинство технологий переработки сои обеспечивает безопасность соевых продуктов, а создание селекционерами новых низкоингибиторных высокобелковых сортов позволяет повысить их биологическую ценность и смягчить или упростить режимы технологической переработки семян.

11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОИ

Соя используется в комбикормовой, пищевой, фармацевтической, химической, лакокрасочной, текстильной, бумажной, мыло-

20 Заказ 079

варенной и резино-технической промышленности, а также в производстве строительных и отделочных материалов.

Еще в начале прошлого века автомобили Генри Форда за-правлялись этанолом, который производился из бобов сои, из кукурузы или конопли. В настоящее время интерес к биологическому топливу, как возобновляемому и экологически чистому топливу, вновь возрос. Предполагается использовать рапсовое, соевое, а в некоторых случаях подсолнечное масло. В некоторых городах США общественный транспорт переводится на смесь из 20 % соевых продуктов и 80 % нефтепродуктов, которая создает более чистое экологическое топливо. На базе этого биотоплива производятся также растворители для масляных красок, чистящие вещества, присадки для промывания автомобильных двигателей (Е.С. Шершнев, А.А. Коротких, В.Г. Ларионов и др., 1998).

Из сои получают редкие сорта прочнейших клеев, идущих на изготовление фанеры, а также на склеивание различных тканей – от текстильных до живых. При производстве антибиотиков используют богатые белками соевые среды.

Около 90 % газет США печатается типографскими красками, приготовленными на основе сои. На эти цели идет уже 20 тыс. тонн соевого масла в год. Такие краски имеют яркие цвета, легко удаляются с бумаги при последующей переработке макулатуры. Они более экологически чистые и менее токсичные (Е.С. Шершнев, А.А. Коротких, В.Г. Ларионов и др., 1998).

Еще соя является основным сырьевым компонентом для изготовления пишущих чернил, а также для производства биоразлагающейся пластиковой упаковки (А.Г. Мандреа, 2004).

В конце 2009 года Объединенный Соевый Совет включил новые соевые чернила в список продуктов, содержащих сою. Они производятся с использованием последних достижений биотехнологии, не содержат токсичных химических растворителей, стойки к спиртосодержащим жидкостям, ультрафиолетовому излучению, истиранию и другим внешним воздействиям. Они могут найти широкое применение в полиграфии.

Соевое масло – исходное сырье для высококачественных красок, олиф, лаков. Оно используется в составе инсектицидов, фунгицидов, гербицидов, противокоррозионных агентов, антистатиков,

защитных покрытий, промасленных тканей, подложки для линолеума. Оно также используется при производстве водостойкого цемента, электроизоляционных веществ, пылеуловителей, сухой штукатурки. Масло сои входит в состав, эпоксидов, пластмассы, свечей, косметики, мыла, шампуней (Соевые белковые продукты, 2002).

Соевый лецитин помимо пищевого, имеет техническое значение. Он входит в состав противопенных агентов, антиразбрызгивателей, диспергаторов, стабилизаторов, смачивающих агентов, синтетической резины, типографских красок, косметики (Соевые белковые продукты, 2002).

Оболочка семян сои используется в качестве фильтрующего вещества.

Соевая мука, белковые концентраты и изоляты используются при производстве косметики, чистящих средств, пластмассы, текстиля, заменителей кожи. Преимуществом ткани из соевого белка является ее практичность и удобство в использовании, так как изделия из такой ткани не надо гладить.

Эти продукты используют при производстве обоев, подложки для линолеума. Они входят в состав пожаростойких покрытий, противопожарной пены, фанеры, сухой штукатурки, асфальтовых эмульсий (Соевые белковые продукты, 2002).

12. ГЕННО-МОДИФИЦИРОВАННАЯ СОЯ

В последнее время особое беспокойство вызывает новое направление в селекции – создание, а вернее улучшение сортов сои на основе генной инженерии, так как вопрос об их безопасности для человека недостаточно изучен. В настоящее время создано генетически измененных растений более чем у 180 видов. Среди них: соя, кукуруза, рис, хлопок, тыква, огурец, томаты, перец, дыня и др. С 1996 по 2010 год площади посевов трансгенных культур в мире выросли в 87 раз – с 1,7 до 148 млн. га. Число стран, возделывающих ГМ культуры, возросло до 29. В 2010 году трансгенная соя занимала 81 % всех посевов этой культуры, трансгенный хлопчатник – 64 %, трансгенная кукуруза – 29 %, трансгенный рапс – 23 %. В основном возделывают культуры ус-

тойчивые к гербицидам, вредителям и с комбинированной устойчивостью к гербицидам и вредителям.

В России запрещено выращивать генетически модифицированную сою, но, тем не менее, она ввозится из-за рубежа, в том числе в виде белковых концентратов и изолятов, которые в качестве добавок используются в различных мясных и других продуктах.

В Российской Федерации прошла государственную регистрацию и разрешена для использования в питании населения соя линии 40-3-2 («Монсанто Ко», США). Американская фирма выпустила эту линию на рынок в 1995 году. Она содержит ген, определяющий устойчивость к гербициду раундапу. Раундап – это торговая марка гербицида глифосат, который был произведен фирмой Монсанто в 70-х годах.

Для получения заданного эффекта с помощью генной инженерии в геном сои введен ген, кодирующий синтез гербицидоустойчивого фермента 5-енолпируватшикимат-3фосфат-синтазы (ЕС 2.5.1.19). Этот ген взят из почвенной бактерии *Agrobacterium sp. Strain CP4.* Уже через 10 лет гербицидоустойчивая генно-модифицированная соя выращивалась на 92 % всех посевных площадей США, засеянных этой культурой.

В экспериментах *in vitro* и *in vivo* показано, что этот фермент быстро разрушается при нагревании и не сохраняется в нативном состоянии в желудочно-кишечном тракте млекопитающих (Г.Г. Онищенко, В.А. Тутельян, А.И. Петухов, и др. 1999). Но это не факт, что при внедрении инородного для сои гена остались неизменными те или иные компоненты соевого зерна. Каким может быть их воздействие на организм животных и человека до сих пор никто однозначно сказать не может. И, тем не менее, и сегодня продолжается стремительное распространение по некоторым странам и континентам трансгенной, устойчивой к раундапу сои с внедренным геном *CP4EPSPS.*

Со времени создания и внедрения фирмой «Монсанто» сортов сои, устойчивых к раундапу (1995), прошло сравнительно немного времени, но уже сегодня они занимают в Аргентине 99 % площадей, Бразилии – около 40, Канаде – 60, в США – до 95 %. В свою очередь, эти страны являются наиболее вероятными экспортерами сои в другие регионы. Специалисты фирмы на основании своих исследований полагают, что генно-модифицированная (ГМ) продукция безопасна для человека и животных.

В то же время, специалисты говорят о трех группах возможных рисков, связанных с выращиванием ГМ растений: агротехнических, экологических и пищевых. Пищевая система человека за многие тысячелетия эволюции приспособилась к расщеплению белков определенной структуры. Использование в пищу генетически измененных белков с иной структурой потребует перестройки и напряжения ферментной и иммунной систем организма. Эффект воздействия компонентов, содержащихся в трансгенных продуктах, невозможно предсказать и проверить. Такие продукты могут вызвать аллергические реакции, увеличить риск возникновения раковых опухолей, ослабить иммунную систему. Ярким примером этого является тот факт, что в середине 90-х годов американскими генетиками была получена трансгенная соя, обогащенная одной аминокислотой из белков бразильского ореха – метионином. Эта разработка вначале воспринималась как крупный успех генной инженерии в создании растений с улучшенными питательными свойствами. Вскоре, однако, выяснилось, что «улучшенная» соя вызывает сильную аллергию у 2 % взрослых и у 8 % детей, после чего она была снята с производства (А. Жарких, 2008).

Главный государственный санитарный врач России Г.Г. Онищенко считает, что, несмотря на то, что в непродолжительных (1–5 месяцев) экспериментах на рыбах, птицах и животных показана обычная переносимость кормов, полученных из ГМ сои линии 40-3-2, а также отсутствие ее острой токсичности и различий по химическому составу с традиционными соевыми продуктами, вопрос о безвредности ГМ сои в питании человека и кормлении животных остается небесспорным (Г.Г. Онищенко, В.А. Тутельян, А.И. Петухов и др. 1999).

Академик В.А. Тутельян (ГУНИИ питания РАМН) также считает, что на современном уровне знаний невозможно дать точный прогноз риска для здоровья человека при применении в питании продуктов или компонентов пищи из генетически модифицированных источников. По его мнению, вызывает опасение возможность нарушения усвояемости продукта, появление аллергенности, увеличение содержания в продукте токсичных веществ,

которые не являются характерными для данного продукта (В.А. Тутельян, 2003). В данном случае беспокойство вполне обосновано, так как достаточно вспомнить то, что в жизнедеятельности человеческого организма главенствующую роль играет белок. В процессе же генетической модификации происходит изменение его аминокислотного состава, а следовательно, структуры и свойств, что в зависимости от уровня метаболизма организма может проявиться в виде полной непереносимости данного белка (Е.Б. Гаврилова, 2004).

Сложность ситуации заключается в том, что традиционные критерии оценки безопасности не могут быть применены полностью для ГМ культур. Химический анализ семян американского сорта сои Стайн и генетически модифицированного образца, полученного на его основе, проведенный Е.Г. Ефремовой, В.Д. Надыкта, Е.В. Щербаковой (2002), показал, что они практически не различаются по содержанию белка, масла, витаминов, микроэлементов, жирно-кислотному составу масла. Выявленные различия не существенны и находятся в пределах разнокачественности семян и ошибки опыта. Авторы пришли к выводу, что полученные данные свидетельствуют о неэффективности такой оценки, не позволяющей определить в готовом продукте присутствие генетических модификаций.

Институтом питания РАМН (В.А. Тутельян, Л.В. Кравченко, Н.В. Лашнева и др., 1999) показано, что включение белкового концентрата из ГМ сои в рацион крыс в течение 5 месяцев не сопровождалось изменениями функционального состояния мембранных структур клеток печени и активности ферментных систем, участвующих в защитно-адаптационных процессах.

Исследователи разных стран, особенно в Европе, имеют по этому поводу иное мнение. Одним из первых ученых, выступивших против использования генно-модифицированного сырья в продуктах питания, был профессор Арпада Пуштаи (Великобритания), обнаруживший ряд серьезных изменений в функционировании желудочно-кишечного тракта, печени и селезенки у крыс. Заинтересованность крупнейших мировых компаний в получении огромных прибылей препятствует объективному решению этого сложнейшего вопроса.

На VIII Европейской конференции по питанию норвежский ученый T. Traavik подчеркнул, что в настоящее время невозможно предвидеть все последствия широкого внедрения ГМ организмов в окружающую среду. Для выявления возможного риска необходимы независимые, финансируемые общественными организациями, исследования. В противном случае экономический интерес к ГМ организмам и возможность получения высоких доходов приведут к непредсказуемым прямым и отдаленным последствиям, угрожающим здоровью населения и экосистемам планеты (О.К. Нетребко, 1999).

Большинство стран ЕС настороженно относятся к использованию ГМ продукции. Ими были установлены жесткие нормы к ее производству и обороту. Так, количество ГМ семян в посевном материале не должно превышать 1 %, а пищевая ГМ продукция, имеющая хотя бы 1 % ГМ компонента, должна иметь специальную маркировку. В Европе трансгенные товары маркируются знаком «GM». В США, Канаде, Аргентине, Австралии, Новой Зеландии данные продукты не маркируются. В то время как в Японии при производстве продуктов питания вообще запрещено использовать трансгенные компоненты (А. Кривицкая, 2004; Е.Б. Гаврилова, 2004).

В целях защиты интересов потребителей в нашей стране по примеру европейских стран Постановлением главного санврача РФ от 26.09.1999 г. №12 введена специальная маркировка ГМ продукции. Она наносится на потребительскую упаковку товара с информацией о том, что это ГМ товар. Потребители должны быть информированы о том, что они покупают, тем более что ГМ источники содержатся во многих популярных продуктах, прежде всего импортных. В постановлении сказано, что без маркировки продажа ГМ продукции запрещена с 01.07.2000 г.

Для соевой продукции ***обязательной специальной маркировке подлежат*** ГМ продукты, содержащие белок или ДНК: соевая мука и продукты, полученные из нее, заменитель молока (соевое молоко) и продукты, полученные из него (тофу, сквашенные напитки, мороженое, майонез); сухое соевое молоко и продукты, полученные из него, соевое зерно, соевые проростки, паста и продукты, полученные из нее. А также консервированная, вареная, жареная соя, соевый соус, нерафинированное соевое масло. ***ГМ продукы, не тре-***

бующие специальной маркировки: рафинированное соевое масло, соевый лецитин, олигосахара (Ю. Болдырев, 2001).

Однако, как пишет Болдырев Ю. (2001), ввиду того, что требования о специальной маркировке продуктов питания на предмет наличия ГМ источников не внесены в действующие ГОСТы, это условие не выполнялось.

С июня 2004 года Россия снизила допустимый уровень содержания генетически модифицированных источников в продуктах питания с 5 до 0,9 %. Эти изменения внесены в СанПиН (Санитарные правила и нормы), что привело его в соответствие с европейскими нормами («Сфера», 2004).

Для других культур не подлежит маркировке трансгенная пищевая продукция, также не содержащая ДНК и белки, а именно, рафинированное масло, крахмал, глюкоза и т. д., а также трансгенные пищевые продукты, в ходе переработки которых измененный белок или ДНК разрушаются (Е.Б. Гаврилова, 2004).

Исследования на содержание ГМ источников должны проводить специализированные аккредитованные испытательные лаборатории. Для российских потребителей с 01.07.2000 г. все пищевые продукты, содержащие трансгенные источники, проходят обязательную проверку свойств:

– медико-гигиеническую,

– медико-биологическую,

– функционально-технологическую, а также клинические испытания на добровольцах.

Длительность экспертизы составляет от 6 месяцев до 3-х лет в зависимости от результатов, полученных на каждом из этапов. В результате гигиенической экспертизы выдается регистрационное удостоверение, подписанное главным государственным врачом РФ на 3–5 лет. Продукты, прошедшие такую экспертизу, включаются в Федеральный реестр РФ. В настоящее время в данный реестр уже включены раундапоустойчивая соя линии 40-3-2, две модификации кукурузы и три модификации картофеля (Е.Б. Гаврилова, 2004).

Некоторые общественные организации принимают участие в противодействии распространению ГМ продукции на отечественном рынке. Так, «Гринпис России», завершил работу над справочником для потребителей «Как избежать использования

продуктов с генетически модифицированными ингредиентами». Цель справочника – проинформировать покупателей о предприятиях пищевой индустрии, которые продолжают использовать генетически модифицированные источники в своей продукции, и о предприятиях, отказавшихся от ГМИ. Всего в справочник вошла информация о 300 российских компаниях («Сфера», 2004).

Компания «За биобезопасность» Международного социально-экологического союза провела опрос покупателей и установила, что 80 % опрошенных заявили, что не будут покупать продукт, если он будет содержать ГМ компоненты. Эта организация намерена проводить независимый общественный контроль в этой области (В. Колесникова, 2004).

Очень важные тенденции отмечены в сельскохозяйственном производстве. К 2000 году стали сокращаться площади посевов, используемые под трансгенные растения. Так, под раундапоустойчивой соей они уменьшились на 15 %. Хотя аналитики прогнозировали доход от внедрения ГМ растений в 2000 году до 3 млрд. долларов, а в 2010 году – до 25 млрд. долларов (В. Колесникова, 2004).

В работах некоторых отечественных ученых подчеркивается, что в США с введением в сельскохозяйственное производство генно-модифицированных, устойчивых к раундапу сортов, средняя урожайность сои не только не увеличилась, но даже снизилась с 2,24 до 1,78 т/га (С.М. Соколов, А.А. Решетников, 2004). По более поздним данным, представленным ФАО ООН, урожайность сои в 2008 году составила 2,67, а в 2009 году – 2,96 т/га и можно предположить, что внедрение раундапоустойчивых сортов отрицательного влияния на урожайность сои не имеет.

Но, тем не менее, важна не только урожайность, но и другие аспекты использования ГМ сои. Привлекает внимание информация Соколова М.С. и Марченко А.И. (2002) о том, что широкое использование практически единственного гербицида, да еще в повышенных дозах и несколько раз в течение вегетационного периода будет способствовать индукции гербицидоустойчивости у сорных растений различных видов сорняков. И действительно, уже сообщалось о появлении пырея ползучего, устойчивого к глифосату, а также других видов злаковых и бобовых сорняков, устойчивых к этому гербициду. Мелколепестник канадский всего за

три года бессменного возделывания трансгенной глифосатоустойчивой сои увеличил устойчивость к этому гербициду в 8–13 раз. Не менее значимыми являются последствия связанные с возможным непредсказуемым горизонтальным переносом генов трансгенных растений.

Не оправдываются и прогнозы снижения себестоимости ГМ продукции сои, поскольку в зависимости от температурных режимов и засоренности полей гербициды семейства раундап могут вноситься через каждые 1–1,5 месяца. В случае позднего применения раундапа, в семенах сои наблюдается повышенное остаточное количество раундапа и продуктов его распада (URL:http://ru.Wikipedia.org/wiki/ 10.05.2010).

Следовательно, путь по созданию гербицидоустойчивой сои оказался проблематичным, а выращивание сопряжено с некоторыми, изначально непредсказуемыми, последствиями. Возможно, и сельхозпроизводители США пересмотрят свое отношение к использованию ГМ сортов, устойчивых к глифосату, как к панацее для повышения урожайности и получения высоких доходов.

На основании вышеизложенного не следует отрицать возможность и целесообразность создания трансгенных растений в связи с дефицитом продуктов питания в мире, но непременно, в каждом конкретном случае необходим тщательный научно обоснованный многолетний объективный анализ всех предполагаемых угроз и реальных негативных последствий.

А пока остается надежда на то, что производители соевой продукции с должным вниманием отнесутся к выбору сырья для производства кормов и пищевых продуктов и отдадут предпочтение использованию отечественных сортов с повышенной биологической ценностью. Во-первых, потому, что они являются не модифицированными генетически, так как в России до сих пор не проводится селекция сои на основе генной инженерии и наша страна имеет имидж производителя натуральных продуктов. А во-вторых, имеющееся на сегодняшний день сортовое разнообразие (свыше 90 отечественных сортов) позволяет целенаправленно вести подбор сырья с учетом химического состава семян для эффективного производства кормовых, пищевых продуктов и продуктов лечебно-профилактического назначения.

Генно-модифицированную сою, на наш взгляд, можно использовать для получения растительного масла (без использования шротов для пищевых целей), а также для технических целей (в частности для получения биотоплива).

13. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОИ ГОСТ и СанПиН

Требования к сырью и продуктам переработки
(Нормативные и методические документы)

Нормативный документ	Продукт и наименование показателя
ГОСТ 17110-71	Соя**.** Требования при заготовках
ГОСТ 10852-86	Семена масличные. Правила **приемки и отбора проб**
ГОСТ 10854-88	Семена масличные. Метод определения сорной, масличной и особо учитываемой **примеси**
ГОСТ 27988-88	Семена масличные. Методы определения **запаха и цвета**
ГОСТ 10853-88	Семена масличные. Методы определения **зараженности вредителями**
ГОСТ 12042-80	Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения **массы 1000 зерен**
СанПиН 2.3.2. 1078-01	Семена зернобобовых, в т.ч. **соя, мука соевая, отруби** *Токсические элементы, микотоксины, пестициды, ртутьорганические пестициды, радионуклиды.* **Дополнительно для** соевых белковых продуктов **диетического и детского питания:** *Олигосахара, ингибиторы трипсина*
	Изолированный соевый белок (для производства колбас и полуфабрикатов)
	Концентрированный соевый белок **(текстурированный)**
	Гидролизат белковый ферментативный
ГОСТ 3898-56	**Мука соевая дезодорированная**
ГОСТ 7825-96	*Масло соевое**. Технические условия***
ГОСТ 27149-95	*Жмых соевый кормовой*
ГОСТ 8057-95	**Жмых соевый пищевой**
ГОСТ 8056-96	**Шрот соевый пищевой**
ГОСТ 12220-96	**Шрот соевый кормовой тостированный**

Методы определения химических компонентов

Нормативный документ	Продукт и наименование показателя
ГОСТ 10856-96	Семена масличные. Метод определения **влажности**
ГОСТ 10857-64	Семена масличные. Метод определения **масличности**
ГОСТ 30418-96	Масла растительные. Метод определения **жирно-кислотного состава**
ГОСТ 10858-77	Семена масличные. Промышленное сырье. Методы определения **кислотного числа масла**
ГОСТ 10846-91	Зерно и продукты его переработки. Метод определения **белка**
ГОСТ 10847-74	Зерно. Метод определения **зольности**
ГОСТ 13979.9-69	Жмыхи и шроты. Методы определения **активности уреазы**
ГОСТ 30131-96	Жмыхи и шроты. Определение **влаги, жира и протеина** методом спектроскопии в ближней инфракрасной области
ГОСТ 5867-90	Молоко и молочные продукты. Метод определения массовой доли **жира**
ГОСТ 30623-98	Масла растительные и маргариновая продукция. Метод обнаружения и фальсификации

Источник: 1 – Государственные стандарты. Сборник: Зерновые, зернобобовые и масличные культуры. – Ч. 1 и 2. – ИПК: Издательство стандартов, 1998. – 331 с. и 2001 г.
2 – Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2. 1078-01 // Продовольственное сырье и пищевые продукты. – М., 2001.

НЕ ГОСТированные МЕТОДЫ АНАЛИЗА СОИ

Не ГОСТированные методы были выбраны из доступных нам источников или же разработаны самостоятельно и изложены ниже.

К МЕТОДАМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕЛКА

Для анализа сои и соевых продуктов на содержание сырого белка определяют прежде всего количество общего азота в изучаемом образце, затем полученное значение умножают на коэффициент 6,25, согласно зарубежным и отечественным рекомендациям. Так, например:

1. Ассоциация химиков-аналитиков (АОАС 955.04Д) на основе Codex Stan 234-1999 – комиссии, обеспечивающей координацию действий правительств, стран-членов ВТО при подготовке стандартов приняла для сои *коэффициент пересчета азота на сырой белок, равный 6,25* (URL:http:www. eurofir.net Ресурс Европейской пищевой информации).

2. Согласно ФАО/ВОЗ – 2008 г., *коэффициент пересчета азота на сырой белок составляет 6,25*. «Объединенные стандарты (Методы анализа и апробации)» (URL:http:www. Codexalimentarius.net Объединенные стандарты ФАО/ВОЗ).

3. В нашей стране *содержание сырого белка определяют умножением содержания общего азота (Nобщ.) на коэффициент 6,25* (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1970).

В США для оценки растворимости соевых белков широко используется два показателя: PDI – *индекс диспергируемости белка*, определяемый официальным методом AOCS Ba 10-65, 93 и NSI – *индекс растворимости азота*, определяемый методом AOCS Ba 11-65, 93.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИРА

Классическим методом определения жира является метод Сокслета, однако он очень трудоемкий. Поэтому в 1927 году С.В. Рушковским был предложен упрощенный вариант определения жира – «по обезжиренному остатку». Это позволило увеличить производительность труда в 3 раза, уменьшить расход растворителя в 2 раза. При этом точность метода оказалась значительно выше, чем точность общепринятого метода (по Сокслету). Расхождения параллельных определений составили не более 0,1%.

Ниже нами кратко изложен метод определения жира в модификации С.В. Рушковского.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИРА ПО ОСТАТКУ ПОСЛЕ ОБЕЗЖИРИВАНИЯ
(С.В. Рушковский, 1927)

Масличные семена, предназначенные для определения жира, перед анализом помещают целиком, не дробленными, в сушильный стаканчик, сушат в термостате при температуре 100–105 °С

в течение 4 часов. По окончании сушки стаканчики с притертыми крышками переносят в эксикатор. Через 1–2 часа семена тщательно измельчают и берут две одинаковые навески по 1 г.

Каждая навеска заключается в два пакетика: внутренний пакетик делается из фильтровальной бумаги, размером 6 × 7 см, а наружный размером 7 × 8 см. При подготовке образцов к экстракции необходимо учитывать, чтобы швы обоих пакетиков располагались с разных сторон для предотвращения возможного вымывания не жировой части навески.

Пакетики должны быть предварительно взвешены в воздушно-сухом состоянии. Одновременно нужно сделать определение среднего содержания гигроскопической воды в заготовленных пакетиках для дальнейшего пересчета воздушно-сухого веса на абсолютно сухой. На наружном пакетике простым карандашом делается отметка номера образца.

Для полноты обезжиривания, экономии времени и растворителя пакетик с навеской следует закладывать в банку с растворителем не перед самой экстракцией, а накануне, за двое суток. За это время большая часть жира переходит в раствор. Настаивание и экстракция жира производятся предварительно обезвоженным серным эфиром. Для его обезвоживания в склянку, где он хранится, помещают хлористый кальций.

После настаивания пакетики с помощью пинцета переносят в экстрактор. Пакетики следует закладывать в экстракторы, наполненные серным эфиром, чтобы они были доверху погружены в растворитель. Уровень растворителя должен быть на 5–8 мм выше сифона.

Считается, что при нормальной работе экстрактора сифон должен перебросить вытяжку 6–8 раз в течение часа, т.е. переброс растворителя осуществляется каждые 8–10 минут.

Практика показала, что при предварительном настаивании, исправной работе экстрактора, при навеске 1 г сухого измельченного материала и емкости экстрактора 100 см^3, полное обезжиривание происходит в течение 4 часов.

По окончании экстракции обезжиренные пакетики вынимаются и раскладываются в вытяжном шкафу на сложенную в несколько слоев фильтровальную бумагу или же на чистую стеклянную пластинку и оставляются до полного испарения эфира. Затем пакетики ставят в стеклянные стаканчики и сушат при температуре 100–105 °С в сушильном шкафу в течение 5 часов.

После сушки стаканчики с пакетиками переносят в эксикатор, охлаждают, взвешивают пакетики.

Зная массу сухой навески до обезжиривания и массу сухого обезжиренного остатка, вычисляют содержание жира в исследуемом образце.

Метод определения масличности семян сои в модификации С.В. Рушковского использовался нами при разработке калибровочного уравнения для определения содержания масла в семенах сои на спектральном анализаторе Nir System-4500.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНГИБИТОРОВ

Алексовская В.И. (1994) выделяет три основных группы методов определения ингибирующей активности пищевых продуктов: 1 – спектрофотометрические и спектрофлюорометрические, 2 – колориметрические, 3 – манометрические. По мнению автора, первый метод хотя и является достаточно простым в применении и не требует больших затрат времени, но имеет большую погрешность. Колориметрический метод обладает высокой чувствительностью, но многие небелковые вещества мешают определению, в результате чего погрешность измерения составляет 15 %. Манометрический метод используется при определении активности фермента лишь в тех случаях, когда в исследуемых реакциях один из компонентов находится в газообразном состоянии. Определение активности протеолитических ферментов можно выполнять, используя также методы хроматографии и электрофореза на бумаге. Они высокочувствительны и специфичны. Но выполнение анализа занимает 1,5–2,0 часа (М.В. Соломинцев, М.П. Могильный, 2009).

Известен ряд методик определения активности ингибиторов трипсина:

1 – Нортроп Д, Кунитц М, Херриот Р. Определение ингибитора трипсина // Кристаллические ферменты. – М.: ИЛ., 1950. – 346 с.

2 – Kakade M.L., Simons N., Liener J.E. An evolution of natural synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples // Cereal Chem. – 2001. – 46. – 5. – P. 518-523.

3 – Kakade M.L., Rackis J.J., MoGHEE J.E., Puski G. Determination of Trypsin Inhibitor Activity of soy Products: A Collaborative Analysis of an Improved Procedure // Cereal Chemists. – 1974. – V. 51. – P. 376-382.

4 – Roy D.N., Bhat R.W. Trypsin Inhibitor Content in Some Varieties of soya Bean and sunflower seeds // Sci J. Food Agric. – 1974. – 25. – P. 765-769.

5 – Smith C., Megen van W., Twaalhoven L., Hitchcook C. The determination of trypsin inhibitor levels in foodstuffs // J. Sci Food Agric.– 1980. –31. – P. 341-350.

6 – Bernard H. Doell, Christopher J. Ebden, Clifford A. Smith. Trypsin inhibitor activity of conventional foods with are part of the British diet and some soya products // Plant foods for Human Nutrition on international journal. – 1981. – V. 31. – N 2. – P. 139-150.

В начале своей работы по оценке активности ингибиторов семян сои мы апробировали и использовали 2 модификации метода Какейда М.Л.: 1 –Павловой Л.С. и Саяновой В.В. (с использованием синтетического субстрата – БАПА); 2 – казеинолитический метод, модифицированный И.И. Бенкен и апробированный ею на сое.

В дальнейшем, в 1993 году, институтом был приобретен спектральный анализатор Nir System-4500, работающий в инфракрасной области. Для этого прибора мы разработали градуировочные модели для определения влажности, масличности, содержания белка, а также активности ингибиторов трипсина. Переход на инструментальный метод анализа химических компонентов семян позволил получить высокую воспроизводимость, достоверность анализов, сократил трудозатраты. Невозможно переоценить достоинства этого метода, по сравнению с любым химическим, по скорости анализа семян. На инфракрасном анализаторе один образец измельченного материала можно проанализировать за 2 минуты одновременно по 16 показателям, для которых предварительно разработаны градуировочные модели на основе оценки калибровочной партии химическими методами анализа. В частности, для определения активности ингибиторов трипсина в семенах калибровочной партии сои мы использовали метод М.Л. Какейда в модификации И.И. Бенкен. Он изложен ниже.

КАЗЕИНОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНГИБИТОРОВ ТРИПСИНА
(Бенкен И.И., 1982)

При определении активности ингибиторов трипсина в качестве субстратов используют как природные белки, так и синтетические низкомолекулярные соединения.

Среди белковых субстратов наиболее широко распространен казеин. При общей оценке активности протеаз казеинолитический метод довольно хорошо воспроизводится при однотипных опытах. Впервые казеинолитический метод определения активности ингибиторов трипсина был предложен Кунитцем, в дальнейшем модифицирован Какейдом М.Л. с целью повышения воспроизводимости результатов. Он включает спектрофотометрическое определение продуктов распада казеина, образовавшихся в присутствии и отсутствии ингибиторов трипсина.

Аппаратура

1. Спектрофотометр для измерения в области 280 нм.
2. Ультратермостат для работы при t = 37 °С.
3. Центрифуга на 4–6 тыс. об/мин.
4. Весы микроаналитические, аналитические, технические.
5. Встряхивающая машина.
6. Водяная баня.
7. Секундомер.
8. Градуировочные пипетки на 1, 2, 5 и 10 см^3, желательно автоматический дозатор или пипетку на 1 см^3 с точностью +0,005 см^3.
9. Бюретка на 25 см^3.
10. Центрифужные пробирки на 10 см^3.
11. Колбы конические или круглые на 50 и 100 см^3.
12. Фарфоровые ступки диаметром 7–8 см^3.

21 Заказ 079

Реактивы

1. Для получения боратных буферов pH = 7,6 и 8,2 (0,05 М раствор буры или 19,06 г её растворяют в 1000 мл дистиллированной воды и 0,2 М раствор борной кислоты или 12,37 г её растворяют в 1000 мл воды). Оба раствора смешивают в пропорциях для получения соответствующих pH.

2. 0,05 М раствор HCl (4,1 см^3 концентрированной HCl разбавляют до 1000 см^3 водой), 0,001М раствор HCl – (20 см^3 0,05М раствор HCl разбавляют водой до 1000 см^3).

3. 5 %-ный раствор ТХУ (50 г кристаллического ТХУ растворяют в 950 см^3 воды).

4. 0,2 М раствор хлорида кальция – 22 г безводного $CaCl_2$ (или 43,6 г кристаллического $CaCl_2 \times 6H_2O$) растворяют в 1000 см^3 воды.

5. 2 %-ный раствор казеина в буфере – 2 г казеина (по Гаммерстену) растворяют в 90 см^3 боратного буфера, нагревая на кипящей водяной бане в течение 15–20 минут. После охлаждения объём доводят буфером до 100 см^3. Поскольку препараты казеина могут сильно подкислять раствор, то его приходится подщелачивать при использовании боратного буфера pH = 7,6. Чтобы этого избежать, можно готовить раствор казеина в буфере pH = 8,0–8,2 так, чтобы pH готового раствора казеина была 7,6. Раствор казеина хранится при t = 4 °С в течение недели.

6. Трипсин – 5 мг трипсина фирмы «Spofa» растворяют в 10 см^3 0,001 н. раствора HCl (исходный раствор). Концентрацию белка (мг/см^3) в растворе определяют по оптической плотности при 280 нм и рассчитывают, используя для трипсина оптический фактор равный 0,65 (Е280 × 0,65). Для приготовления рабочего раствора трипсина исходный раствор разводят в 10 раз буфером, приливают 2,5 см^3 в мерную колбу на 25 см^3, добавляют до 2/3 объема боратный буфер, затем 2,5 см^3 0,2 М раствора $CaCl_2$, буфером доводят до метки. Раствор трипсина можно хранить в течение 5 дней при t = 4 °С. Во время работы его держат в воде со льдом. Хлористый кальций не дает разрушиться трипсину.

Ход анализа

Воздушно-сухую навеску 0,2 г растирают в фарфоровой ступке с небольшим количеством боратного буфера pH = 7,6 (1–2 см^3), затем переносят с помощью этого буфера (общий объём 20 см^3) в колбу и в течение 1 часа экстрагируют на встряхивающей машине.

Суспензию центрифугируют 20 минут при скорости 4000–5000 об/мин. Надосадочную жидкость (экстракт) используют для определения активности ингибиторов. При анализе сои его надо разбавить в 13–15 раз.

При определении активности ингибиторов трипсина для каждого образца берут 4 центрифужные пробирки (2 опытные и 2 контрольные). В каждую приливают по 0,1–0,5 см^3 экстракта и доливают до 0,5 см^3 буфером при pH = 7,6.

В опытные пробирки приливают по 0,5 см^3 рабочего раствора трипсина и оставляют на несколько минут при комнатной температуре для образования комплекса трипсин-ингибитор (контрольные пробирки ингибируют без трипсина).

Пробирки, установленные в штатив, помещают в ультратермостат при t = 37 °С и через 1–1,5 минуты в каждую приливают по 1 мл предварительно подогретого до 37 °С раствора казеина. Содержимое пробирок перемешивают встряхиванием и выдерживают в термостате 20 минут. Время инкубации замечают с момента добавления казеина *по секундомеру.*

Протеолиз останавливают добавлением 3 мл раствора ТХУ. После этого в контрольные пробирки приливают по 0,5 мл раствора трипсина, чтобы уравнять состав и объем смеси.

Одновременно измеряют активность рабочего раствора трипсина без добавления ингибитора (экстракта), это так называемый стандарт. Процедура определения аналогична описанию выше: только вместо экстракта приливают буфер.

По окончании инкубации (после добавления раствора ТХУ) содержимое пробирок хорошо перемешивают и оставляют их при комнатной температуре на 1–1,5 часа для лучшего формирования осадка. Затем в течение 20 минут центрифугируют при скорости 4000–5000 об/мин и прозрачные растворы спектрофотометрируют при 280 (276) нм против дистиллированной воды.

Схема внесения растворов

Опыт	Контроль	Стандарт	Контроль
0,3 мл экстракта	0,3 мл экстракта	–	–
0,2 мл буфера	0,2 мл буфера	0,5 мл буфера	0,5 мл буфера
0,5 мл трипсина	3 мл ТХУ	0,5 мл трипсина	3 мл ТХУ
В термостат при t = 37 °С. Стабилизация – 1–1,5 мин			
1 мл казеина	1 мл казеина	1 мл казеина	1 мл казеина
20 мин гидролиз			
3 мл ТХУ	0,5 мл трипсина	3 мл ТХУ	0,5 мл трипсина

Активность вычисляют по одной из ниже приведенных формул.

Выражение активности

Трипсинингибирующая активность (ТИА) может быть представлена как число заторможенных трипсиновых единиц. Одна единица трипсина произвольно определена как увеличение экстинкции на 0,01 при 280 (276) нм за 20 минут при описанных условиях опыта в расчете на 1 г муки.

Кроме того, *ТИА может быть выражена в абсолютном количестве миллиграмм (мг или г) связанного ингибитором трипсина на 1 г (или кг) муки. В этом случае однако следует учитывать, что ТИА будет зависеть от чистоты использованных ферментных препаратов.*

Ингибитор образует комплекс только с активным трипсином, а содержание активной фракции в различных препаратах может быть различным. Чистоту ферментных препаратов устанавливают титрованием активных центров, либо вычисляют путем определения процента ингибирования, вызванного несколькими различными концентрациями ингибитора Кунитца и линейной экстраполяцией к 100 % ингибирования. Так как трипсин связывается ингибитором Кунитца стехиометрически, положительное отклонение от единиц в молярном отношении фермента при 100% ингибировании является мерой количества неактивного трипсина в продажном препарате.

Вычисление результатов

При выражении активности ингибиторов в заторможенных трипсиновых единицах на 1 мг муки ТИА рассчитывают по формуле (1):

$$\frac{(\text{Ест} - \text{Ео}) \cdot V \cdot K}{V1 \cdot H} 100 \qquad (1)$$

При выражении ТИА в мг чистого трипсина, связанного ингибитором, на 1 г муки, расчет производят по формуле (2):

$$\frac{(\text{Ест} - \text{Ео}) \cdot V \cdot k}{V1 \cdot H} \times \frac{\text{Стр} \cdot f}{\text{Ест}}, \qquad (2)$$

где Ест – показания стандарта за вычетом соответствующего ему контроля;
Ео – показания опыта за вычетом соответствующего ему контроля;
V – общий объём экстракта;
V1 – объем экстракта, взятого для определения;
k – разведение;
Н – навеска муки (г), пересчитанная на сухое вещество;
Стр – количество трипсина в инкубационной смеси (мг);
f – поправка на активный фермент.

Пример вычисления по формуле (2)

Навеску обезжиренной соевой муки Н = 0,186 г (в пересчете на сухое вещество) экстрагировали 20 см^3 буфера (V).

Перед определением исходный экстракт разбавили в 15 раз (k). К 1 мл экстракта прилили 14 мл буфера. Для определения в пробирки брали по 0,3 мл разбавленного экстракта (V1).

Экстинкция исходного раствора трипсина 0,560, следовательно, концентрация фермента в нем: 0,560 × 0,65 = 0,364 мг/мл.

Концентрация трипсина в рабочем растворе, который разбавлен в 10 раз, составляет 0,0364 мг/мл.

В инкубационную смесь добавлено 0,5 мл раствора трипсина, то есть 0, 0182 мг (Ст).

Активная фракция в препарате составляет 64%, т.е. f = 0,64.

Экстинкция стандарта (при гидролизе казеина трипсином без добавления экстракта) – 0,710, его контроля – 0,085, следовательно: Ест = 0,710-0,085 = 0,625.

Экстинкция опытного образца – 0,368, соответствующего ему контроля – 0,100, поэтому: Ео = 0,368-0,100 = 0,268.

Подставляя значения в формулу, получаем:

$$\frac{(0{,}625-0{,}268)\times 20\times 15}{0{,}3\times 0{,}186}\times\frac{0{,}0182\times 0{,}64}{0{,}625}=36{,}3 \text{ мг/г}$$

Таким образом, экстракт из 1 г обезжиренной муки (соевой) связывает 36,3 мг активного трипсина.

В данном случае определение проведено при 57%-ном торможении трипсина в пробе по формуле:

$$\frac{\text{Ест}-\text{Ео}}{\text{Ест}}\times 100=\frac{0{,}625-0{,}268}{0{,}625}=57\ \%$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРОВ ТРИПСИНА В СЕМЕНАХ СОИ
(Л.С. Павлова, В.В. Саянова, 1979)

В существующих методах определения активности ингибиторов протеолитических ферментов используют белковые и синтетические хромогенные субстраты. К последним относится низкомолекулярный N[a]-бензоил-D,L-аргинин-п-нитроанилида гидрохлорид) **(БАПА)**, образующий при расщеплении п-нитроанилин с максимумом поглощения 380–410 нм. БАПА считается наиболее удобным и отвечающим необходимым требованиям субстратом при определении трипсинингибирующей активности (ТИА).

Существующий спектрофотометрический метод определения ТИА по гидролизу БАПА в соевых продуктах (Kakade M.L., Simons N., Liener J.E., 1969) имеет ряд недостатков. Метод предусматривает предварительное освобождение от кожуры и обезжиривание исследуемого материала, использование больших объемов компонентов реакционной смеси, фильтрование растворов перед спектрофотометрированием, что значительно снижает его производительность и ограничивает применение рассматриваемого метода в селекционно-генетических целях. Вышеизложенное вызывает необходимость разработки ускоренного метода определения ТИА в семенах сои.

Материал. Семена измельчают в электрической мельнице типа «Пируэт» (размер частиц 0,1 мм).

Реактивы. Трипсин – 50 мкг/мл в 10^{-3} М HCl (кристаллический препарат фирмы «СПОФА» (ЧССР), или отечественный препарат Ленинградского мясокомбината им. С.М. Кирова). Устойчив на холоду при 4 °С в течение 10 дней.

БАПА – 1,0 мг/мл в H_2O (95 °С). Реактив необходимо перекристаллизовать из 50 %-ного спирта при комнатной температуре. Максимум поглощения БАПА при 315 нм. Хранить в темноте при комнатной температуре.

Буфер: 0,05 М трис-оксиметил-аминометан (Олайнский завод химреактивов), 0,2 М NaCl, HCl с pH = 8,2. Уксусная кислота – 30 %-ный раствор. Хлористый натрий – 0,2 М раствор. Перед опытом все реактивы термостатируют в водяном ультратермостате при температуре 25 °С.

Оптимальные параметры проведения опыта. Концентрация трипсина в пробе – 6,25 мкг/мл, БАПА – 0,25 мг/мл, продолжительность инкубации 15 минут, температура среды – 25 °С, pH среды – 8,2, объем реакционной смеси – 4 мл.

Для полного извлечения ингибиторов трипсина (ИТ) из не обезжиренных и не освобожденных от кожуры семян сои нами апробирован ряд экстрагентов: вода, фосфатный буфер pH = 7,6, 0,1 н. NaOH и NaCl (0,001 М–0,5 М). Оптимальным оказался раствор NaCl в диапазоне концентраций 0,1–0,2 М, при которых извлекается минимальное количество балластных белков. Солевые экстракты получаются прозрачными. При этих условиях создается устойчивая ферментная система реакционной смеси и ускоряется процесс центрифугирования.

Экспериментально установлены оптимальные условия экстракции ИТ. Соотношение мука: 0,2 М NaCl – 1:500, продолжительность 60 минут, температура + 4 °С. Активность ИТ не меняется при хранении экстрактов на холоду (2–4 °С) в течение 3 дней.

Обычно применяемый в методике определения ТИА трис-буфер, содержащий ионы кальция, при смешивании с белковыми экстрактами вызывает помутнение раствора, что недопустимо при спектрофотометрии. Замена ионов кальция ионами натрия устраняет этот недостаток. Проведенные опыты по подбору концентрации ионов натрия (0,1–0,5 М NaCl) позволили установить, что максимальная ферментативная активность, равная активности с кальциевым буфером, проявляется при 0,2 М NaCl. В отсутствие ионов натрия активность трипсина значительно ниже – 68,2 % от максимальной.

Исследование продолжительности инкубации фермента и ингибитора позволили установить, что максимальная степень ингибирования достигается через 1 минуту и не изменяется через 30 минут.

Известно, что линейная зависимость между ТИА и концентрацией ингибитора сохраняется до определенного уровня ингибирования трипсина. Для выявления линейной области кривой ингибирования были проведены опыты по изучению влияния концентрации ингибитора на степень ингибирования трипсина. Линейность между количеством ИТ и степенью ингибирования соблюдалась до 70 %. Наилучшая воспроизводимость наблюдалась при разведении общего экстракта ИТ в области 40–60 % ингибирования трипсина.

Проверка точности предлагаемого метода с применением статистической обработки полученных результатов (стандартное отклонение S = 0,88, коэффициент вариации V = 2,37 при уровне значимости P = 0,05) позволяет считать метод надежным и пригодным для определения активности ИТ в семенах сои.

Для отбора компонентов реагирующей смеси были использованы полуавтоматические дозаторы (точность 0,005 мл), что повысило производительность и точность метода.

Таким образом, предлагается следующая пропись модификации методики определения активности ИТ в не освобожденных от кожуры, не обезжиренных семенах сои.

Ход анализа. В две пробирки (15,0 × 1,4 см) к 0,5 мл раствора трипсина добавляют 1,5 мл буфера и 0,5 мл экстракта ИТ (1 мл исходного экстракта + 0,9 мл 0,2 М NaCl). Смесь тщательно перемешивают и термостатируют при 25 °С, приливают 1,0 мл раствора БАПА и точно через 15 минут останавливают реакцию добавлением 0,5 мл уксусной кислоты. Реакционную смесь фотометрируют на спектрофотометре против контроля (трипсин, в котором добавляют после уксусной кислоты) при 405 нм (Еи). Одновременно определяют активность трипсина без добавления экстракта ИТ (Ет).

Расчет содержания ТИА (в стандартных единицах – ИЕ/г):

$$\text{ТИА} = \frac{(\Delta\text{Ет} - \Delta\text{Еи})}{0{,}00249} \times \text{Р},$$

где ΔЕт и ΔЕи – изменение экстинкции трипсина и анализируемой пробы за 1 минуту;
0,00249 – изменение экстинкции, вызванное 1 мЕ трипсина за 1 минуту в 4 мл пробы;
Р – перерасчетный коэффициент на 1 г муки.

Предложенная методика отличается высокой производительностью, необходимой точностью (2 %), простотой выполнения, экономным расходованием реактивов, что позволяет рекомендовать ее для определения ТИА в семенах сои в лабораториях селекционно-генетического профиля.

Пояснения автора. В расчете используется Емол – коэффициент молекулярной экстинкции пара-нитроанилина, равный 9,95, это значит, что если в процессе реакции (трипсин + БАПА) оптическая плотность изменится на 9,95, то следовательно произошло образование 1 μМоля субстрата при расчете на 1 мл реакционной смеси (измерения на спектрофотометре, толщина слоя измеряемого раствора 1 см).

1 единица ингибирования (ИЕ), это количество ингибитора, которое полностью ингибирует 1 единицу активности фермента (Е), то есть 1 ИЕ подавляет каталитическое расщепление субстрата на 1 μМоль при определенных условиях. Так как мы оперируем мг муки, то вводится понятие 1 миллиединица активности фермента (мЕ) при этом $\text{Т} = \frac{9{,}95}{1000} =$ на 1 мл измеряемого раствора, а при 4 мл, соответственно $\text{Т} = \frac{9{,}95}{1000 \times 4} = 0{,}00249$ – это

изменение экстинкции, вызванное 1 мЕ трипсина за 1 минуту в 4 мл пробе.

$$\text{Т мол} \ \frac{\text{Д(оптическая экстинкция)}}{\text{С (концентрация, активность вещества)}}$$

$$\text{С} = \frac{\text{Д}}{}$$

Исходя из этого, активность ИТ: ИТА (мИЕ) данной пробы, то есть 0,5 мл разбавленного экстракта, введенных в реакционную смесь, будет равна:

$$\text{ИТА (мИЕ)} = \frac{(\Delta\text{Ет} - \Delta\text{Еи})}{15 \cdot 0{,}00249}$$

Теперь, рассчитав количество мг муки, соответствующее 0,5 мл разбавленного экстракта, представляем ИТА в мИЕ на 1 мг:

100 мг муки – 50 мл NaCl

X – 1 мл $\qquad X = \frac{1 \cdot 100}{50} = 2$ мг

2 мг – в 10 мл (1 + 9 мл)

X – в 0,5 мл $\qquad X = \frac{0{,}5 \cdot 2}{10} = 0{,}1$ мг

Значит : $\frac{(\Delta\text{Ет} - \Delta\text{Еи})}{15 \cdot 0{,}0249}$ -------- 0,1 мг

X ----------- 1,0 мг

$$X = \text{ИТА(мИЕ/мг)} = \frac{(\Delta\text{Ет} - \Delta\text{Еи}) \cdot 1}{15 \cdot 0{,}00249 \cdot 0{,}1} = (\Delta\text{Ет} - \Delta\text{Еи}) \cdot 267{,}7$$

Так как 1ИЕ = 1000 мИЕ, а 1 г = 1000 мг, то Ие/г = мИЕ/мг.

В научной литературе имеется еще одна модификация метода Какейда М.Л., изложенная Левицким А.П.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНГИБИТОРОВ ТРИПСИНА (А.П. Левицкий, 1979)

Наиболее широко применяется так называемый казеиновый метод, в котором содержание ингибитора оценивается по торможению гидролиза казеина кристаллическим трипсином. Казеиновый метод обладает высокой чувствительностью и может использоваться также для определения содержания химотрипсина, плазмина, эластазы. Недостатками казеинового метода являются: длительность определения, необходимость иметь ряд дефицитных реактивов и сложное оборудование.

Реактивы

1. Раствор трипсина с концентрацией 0,2 мг/мл. В мерную колбу на 100 мл отвешивают на аналитических весах 20,0 мг кристаллического трипсина, прибавляют 5 мл 0,2 М ацетатного буфера рН = 4,5 и 0,1 мл 1 М раствора хлористого кальция. Доводят водой до метки, тщательно перемешивают, разливают в небольшие флаконы по 10 мл и хранят в замороженном состоянии до использования.

2. 2 %-ный раствор казеина на 0,1 М буфере рН = 7,6. В мерную колбу на 200 мл вносят 4,0 г порошкообразного казеина по Гаммарстену. Вливают 100 мл 0,2 М натрий, калийфосфатного буфера и оставляют на ночь при +4 °С для набухания. После этого прибавляют 40–50 мл воды и помещают колбу на теплую водяную баню. Доводят баню до кипения и кипятят в течение 15 минут. После этого колбу с раствором казеина вынимают из бани, охлаждают до комнатной температуры и прибавляют 5 %-ный раствор едкого натра небольшими порциями под контролем рН-метра до рН = 7,6. Доводят водой до метки, хорошо перемешивают и центрифугируют при 2000g 15 минут. Надосадочную жидкость переливают в склянку со стеклянной или полиэтиленовой пробкой, прибавляют 1 мл толуола (х. ч. или осч.) и хранят в холодильнике при +4 °С не более 2 недель.

3. 10 %-ный раствор трихлоруксусной кислоты (ТХУ). 43,5 мл насыщенного при +4 °С раствора ТХУ доводят водой до метки в мерной колбе на 500 мл.

4. Реактив А (0,1 н. раствор едкого натра на 2 %-ном растворе углекислого натрия). В мерную колбу на 1 л вносят 20 г безводного углекислого натрия квалификации х. ч., вливают 400–500 мл воды, переносят 0,1 г-экв. едкого натра из фиксанала, доводят до метки водой и фильтруют через складчатый фильтр в полиэтиленовую склянку с хорошей пробкой.

5. Реактив Фолина. Приготовление реактива Фолина описано в книге Крыловой Н.Н. и Лясковской Ю.Н. (1965). Для определения используют реактив, разведенный водой в 2 раза.

1. Аппаратура

1. Ультратермостат.
2. Центрифуга.
3. Фотоколориметр, спектроколориметр или спектрофотометр.

Ход определения

В пробирке смешивают равные объемы (0,3–0,5 мл) раствора трипсина и исследуемого раствора ингибитора. Выдерживают 10 минут при комнатной температуре, отбирают 0,2 мл смеси и переносят в центрифужную пробирку. В эту пробирку прибавляют 0,4 мл раствора казеина, перемешивают 5 секунд и помещают в водяной ультратермостат при +30 °С точно на 30 минут. Останавливают реакцию, прибавляя 0,6 мл 10 % ТХУ, аккуратно перемешивают и центрифугируют при 3000g в течение 15 минут. Отбирают 0,2 мл надосадочной жидкости, прибавляют 2 мл реактива А и 0,2 мл реактива Фолина, разведенного водой в 2 раза. Через 30 минут измеряют экстинкцию на фотоэлектроколориметре, спектроколориметре или спектрофотометре при длине волны 750 нм против контроля на реактивы (0,2 мл 5 % ТХУ +2 мл реактива А + 0,2 мл реактива Фолина в разведении 1:2).

Одновременно ставят пробу на активность трипсина. Для этого в пробирке смешивают равные объемы трипсина и того растворителя, на котором приготовлен раствор ингибитора. Выдерживают 10 минут при комнатной температуре, отбирают 0,2 мл смеси и далее поступают так, как описано выше до смеси трипсина с ингибитором.

Кроме этого, ставятся два контроля в нулевое время. В контроле $К_1$ к 0,2 мл смеси трипсина с ингибитором прибавляют 0,6 мл 10 % ТХУ и затем 0,4 мл раствора казеина. Центрифугируют, отбирают 0,2 мл надосадочной жидкости и проводят реакцию с реактивом Фолина. В контроле $К_2$ к 0,2 мл трипсина с растворителем до ингибитора прибавляют 0,6 мл 10 % ТХУ, затем 0,4 мл раствора казеина и далее обрабатывают как $К_1$.

Содержание ингибитора рассчитывают по следующей формуле:

$$И = \frac{200 \cdot (Ет - Еоп - Ек1) \cdot п}{Ет - Ек},$$

где И – содержание ингибитора в единицах на 1 мл. 1 единица ингибитора соответствует 1 мкг кристаллического трипсина;
200 – концентрация трипсина в мкг/мл;
Ет – экстинкция пробы с трипсином;
Еоп – экстинкция пробы со смесью трипсин + ингибитор;
Ек1 – экстинкция контроля в нулевое время со смесью трипсин + ингибитор;
Ек2 – экстинкция контроля в нулевое время со смесью трипсин + растворитель;
п – разведение раствора ингибитора.

Недостатками казеинового метода являются: длительность определения, необходимость ряда дефицитных реактивов и сложное оборудование. С целью устранения вышеуказанных недостатков, мы предложили быстрый и в то же время простой метод определения ингибиторов трипсина по торможению гидролиза синтетического субстрата N-*б*-бензоил-1-аргинин этилового эфира (БАЭЭ) кристаллическим трипсином. Скорость гидролиза этого субстрата оценивается с помощью рН-метра любой конструкции, снабженного магнитной мешалкой. При расщеплении БАЭЭ происходит высвобождение карбоксильной группы, что вызывает падение рН.

Как показали наши исследования, проведение гидролиза БАЭЭ в слабо забуференной среде (0,005 М трис-HCl буфер рН = 7,7) делает падение рН линейным в зависимости от концентра-

ций образующихся кислотных эквивалентов в пределах pH от 8,0 до 7,4. Следовательно, время падения pH на определенную величину (например, 0,2 единицы) будет обратно пропорционально скорости реакции, активности и, при соблюдении постоянных условий, концентрации фермента. Проведение гидролиза БАЭЭ трипсином в отсутствии ингибитора и в его присутствии, позволяет определить количество фермента, связанное ингибитором (который реагирует с трипсином в соотношении моль на моль), и тем самым рассчитать содержание ингибитора.

БЫСТРЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРА КУНИТЦ В СЕМЕНАХ СОИ
(D. Hilderbrand, T. Hymowitz, 1980)

Большая часть трипсинингибирующей активности в семенах сои является результатом присутствия белка SBTI-A_2. Обнаружены генотипы, лишенные белка SBTI-A_2, что обусловлено наследованием рецессивного аллеля (ti) к кодоминантным аллелям Ti^a, Ti^b,Ti^c, которые кодируют SBTI-A_2.

Семена сои сортов Вильямс (Ti^a Ti^a), Джеферсон (Ti^b Ti^b), P1196172 (Ti^c Ti^c) и P 1157440 (ti ti) гомогенизировали в 3 мл буфера при t = 4 °С в течение 5 сек. Экстракты центрифугировали при 3000g и t = 4 °С 15 мин. Супернатант отделяли и 10 мкл экстракта вносили в пробирки, добавляли 100 мкл трипсина (1 мг/мл), перемешивали, а затем добавляли 0,25 мл реактива Азоколл и 10 мг/мл в 0,1 М трис-HCl pH = 8,3. Пробирки встряхивали 20 минут при комнатной температуре (24 °С). Экстракты семян сои сорта Вильямс, прокипяченные в течение 1 часа, служили контролем. Азоколл (А) является протеолитическим субстратом, содержащим краситель, связанный с белком типа азоальбумина (альбумин растворяется в водных растворах, А – не растворим). Когда белки, такие как трипсин, реагируют с А, краситель красного цвета переходит в раствор. Ингибитор трипсина предотвращает переваривание А трипсином. Количество SBTI-A_2 в семенах генотипов Ti^a Ti^a, Ti^b Ti^b, Ti^c Ti^c было достаточным для того, чтобы ингибировать действие

трипсина. Генотип titi и прокипяченный контроль давали тест с А (полное переваривание) в течение 20 минут и раствор окрашивался в красный цвет. Экстракты семян и раствор трипсина можно хранить в течение 24 часов при t = 4 °С. Раствор А был стабилен в течение нескольких месяцев при хранении в холодильнике при t = 4 °С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРОФИЛЛОВ И КАРОТИНОИДОВ
(А.А. Шлык, 1971)

Листья многих растений для анализа лучше всего использовать свежими. Экстракция пигментов из зеленой пробы производится в ступке с песком из нарезанного кусочками материала. Желательно проводить растирание под слоем растворителя. Следует, возможно скорее добавить в ступку весь отмеренный для первой обработки объем растворителя (если растирание вести при небольшом смачивании материала).

Как правило, используют несколько последовательных порций растворителя, сливая каждую предыдущую через стеклянный фильтр (№ 1–№ 2). Удобно фильтровать в мерный цилиндр с притертой пробкой.

Каждую порцию растворителя сливают после нескольких минут растворения массы. Обычно требуется не менее 5–7 порций до полного обесцвечивания последней из них. Наиболее совершенным контролем на полноту экстракции является отсутствие флуаресценции у очередной порции растворителя при ее рассмотрении в темноте, в узком пучке света с длиной волны около 430 нм.

В конце экстракции остается сероватая масса, суспензия которой не обнаруживает спектральных признаков пигментов. Объединенные порции экстракта доводят растворителем до определенного обълма.

При навеске 1 г общий обълм – 50 мл. Растворитель – ацетон, пропущенный через колонку с окисью алюминия. Во избежание феофитинизации в ацетон добавляют углекислый кальций: 5 г на 0,5 л.

Особенности спектров поглощения хлорофиллов «а» и «в» и каротиноидов позволяют определить их количества в экстракте без предварительного разделения.

При использовании 100 %-ного ацетона расчет содержания хлорофиллов «а» и «в» и суммарного количества каротиноидов производится по следующим формулам:

$$Са = 11{,}70 \times E_{662} – 2{,}09 \times E_{644}$$
$$Св = 21{,}19 \times E_{644} – 4{,}56 \times E_{662}$$
$$Ск = 4{,}695 \times E_{440{,}5} – 0{,}268 \times Са + в$$

Результаты получаем в мкг на 1 мл экстракта. Пересчет на мг% или мг на 100 г вещества:

$$\frac{A \times V \times 100\ ,}{B \times 1000}$$

где А – содержание каротиноидов в мкг/мл;
В – навеска зеленой массы;
V – объём растворителя для извлечения пигментов;
1000 – перевод мкг в мг;
100 – перевод на 100 г вещества.

ЖИРНО-КИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МАСЛА

Определение жирно-кислотного состава масла осуществляли следующим образом. Вначале получали масло путём настаивания семян в гексане, для чего их средний образец тонко измельчали в лабораторной мельнице «Микма». Один грамм тонко измельчённых семян помещали в стеклянный стаканчик и заливали 10 мл гексана, экстракцию масла проводили в течение 2 часов (Л.Н. Харченко, 1973). В последующем из стаканчика отбирали 1 мл экстракта и определение состава жирных кислот в масле проводили по ГОСТ 30418-96 «Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава» с использованием хроматографа Кристалл 2000 М с капиллярной колонкой ZB – WAX 30 м × 0,32 мм × 0,5 мкм, температура колонки 210 °С, скорость газа носителя (гелий) – 20 см/сек., с компьютерной обработкой полученных хроматограмм по программе «Хроматек аналитик 214.00045 – 51 ПС».

НОВЫЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В МАСЛЕ

Поскольку во ВНИИ масличных культур начата работа по созданию сортов сои с изменённым составом жирных кислот в масле, объёмы анализов значительно возросли, возникла необходимость разработать и внедрить для массовых анализов семян сои новый спектральный метод определения содержания жирных кислот в масле семян на анализаторе Nir System-4500, работающем в инфракрасной области. Калибровочные модели для этого прибора разработаны сотрудниками лаборатории биохимии ВНИИМК В.С. Петибской и Л.А. Кучеренко.

Прежде всего, была сформирована калибровочная партия из 106 образцов сои с наиболее широким диапазоном изучаемых признаков. А именно: по пальмитиновой кислоте – 7,6–10,3 %, стеариновой – 2,3–4,9 % олеиновой – 14,6–30,6 %, линолевой – 49,7–58,6 %, линоленовой – 6,4–13,4 %. В калибровочную партию вошли образцы дикорастущих и культурных форм. Среди последних были образцы различного происхождения: кубанской, дальневосточной, американской, французской селекции, а также различные сорта, посеянные в 7 сроков.

На приборе Nir System-4500 установлены и количественно определены связи пяти основных жирных кислот масла семян сои со спектрами поглощения измельченных семян в ближней инфракрасной области. Характеристика моделей представлена в таблице 97.

Таблица 97

Характеристика калибровочных моделей для определения содержания жирных кислот в масле семян сои

Жирная кислота	Показатель*			
	N	**Mean**	**SEC**	**R**
Пальмитиновая	80	8,95	0,18	0,88
Стеариновая	80	4,08	0,13	0,94
Олеиновая	72	24,5	0,25	1,00
Линолевая	76	53,7	0,40	0,95
Линоленовая	73	8,47	0,15	0,99

*__N__ – количество образцов, использованных для разработки модели, **Mean** – среднее показание всей выборки, **SEC** – ошибка калибровки, R – коэффициент корреляции между истинным и предсказанным значением для данного показателя

Затем на независимой выборке, состоящей из 263 образцов, была проведена проверка достоверности результатов анализа с использованием этих моделей. Ошибка предсказания содержания жирных кислот в масле для пальмитиновой кислоты составила 0,31 %, стеариновой – 0,16 %, олеиновой – 0,48 %, линолевой – 0,60 %, линоленовой – 0,28 %, что вполне удовлетворительно *для массовой оценки семян сои* по этим показателям.

Далее калибровочные модели для определения жирных кислот в масле семян сои под общим названием ZKS.EQA были объединены с ранее разработанными моделями под названием SOYP.EQA для определения содержания белка, масла и активности ингибиторов трипсина в одну модель SOYA.EQA.

В результате при одноразовом снятии спектра любого неизвестного образца семян сои и при использовании этой объединённой модели мы получаем результаты анализа одновременно по восьми показателям: содержанию белка, масла, трипсинингибирующей активности, содержанию в масле: пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и линоленовой кислот.

Применение разработанной методики по оценке семян сои на содержание жирных кислот в масле позволило упразднить анализ содержания жирных кислот на хроматографе, что значительно снизило материальные и трудовые затраты, увеличило объем исследуемых образцов, расширило возможности ускорения селекционного процесса по показателям качества масла. В 2007–2008 годах было проанализировано 1920 образцов по 8 биохимическим показателям качества сои одновременно и без использования хроматографа.

ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ФОРМ ТОКОФЕРОЛОВ

Определение общего содержания токоферолов проводили колориметрическим методом по ГОСТ 30417-96 «Метод определения массовых долей витаминов А и Е».

Компонентный состав форм токоферолов определяли по методу Эммери-Энгеля в модификации Попова П.С. (1986). В дальнейшем он был усовершенствован сотрудниками лаборатории биохимии ВНИИМК Ефименко С.Г. и Кучеренко Л.А. с использованием современных возможностей анализа. Навеску 0,200 г измельчённых семян помещали в пробирку, добавляли 20 мг аскорбиновой кислоты, 0,5 мл 2 н. раствора КОН в 96 % этаноле. Выдерживали пробирку при t = 80 °C на водяной бане 20 минут. После этого добавляли 0,5 мл воды и 1 мл гексана, встряхивали и после отстаивания отбирали верхний (гексановый) слой с фракцией неомыляемых веществ, в том числе токоферолов. Затем отобранный гексановый экстракт концентрировали на ротационном испарителе и наносили 5 мкл этого раствора на силикагелевую пластинку для тонкослойной хроматографии. В качестве подвижной фазы использовали смесь гексана с диэтиловым эфиром в соотношении 4:1. Для проявления токоферолов пластинку опрыскивали свежеприготовленной смесью 0,1 % хлорного железа и 0,25 % α, α'-дипиридила в абсолютном этаноле (реактив Эммери-Энгеля), взятых по объёму в соотношении 1:1. Состав отдельных форм токоферолов в процентах от их суммарного содержания устанавливали по размеру и интенсивности пятен с помощью денситометра.

ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ ФОСФОЛИПИДОВ

Оценку сортов сои по общему содержанию фосфолипидов проводили по методу Лоури (Руководство по методам исследований и технохимическому контролю и учёту производства в масложировой промышленности, 1967).

Для количественного определения состава фосфолипидов за основу был взят метод, изложенный Поповым П.С. (1986) и усовершенствованный сотрудниками лаборатории биохимии ВНИИМК Ефименко С.Г. и Кучеренко Л.А. применительно к семенам сои с использованием метода тонкослойной хроматографии на высокоэффективных пластинах (8–12 мкм «Sorbfil» размером 10 × 10 с полимерной подложкой) и денситометрии.

Для извлечения фосфолипидов тонко измельчённые семена в количестве 0,200 г обезжиривали гексаном. Продолжительность экстракции 2 часа, растворитель брали в количестве 20 частей на 1 часть семян. Обезжиренный материал освобождали от паров

гексана и подвергали настаиванию в смеси растворителей хлороформ-метанол (2:1) в течение 6–8 часов со сменой растворителя 5 раз. Экстракцию проводили при температуре 25 °С в затемнённом месте. Полученные экстракты объединяли и добавляли воду в количестве 1/5 от объёма экстракта, смесь тщательно перемешивали. После разделения смеси на две фазы, верхнюю фазу удаляли сифонированием, а хлороформный экстракт концентрировали на ротационном испарителе при температуре 40–45 °С. В концентрированный экстракт приливали охлаждённый ацетон. Выпавшие кристаллы фосфолипидов отфильтровывали и промывали холодным ацетоном два раза. После испарения ацетона фосфолипиды растворяли в хлороформе, затем испаряли хлороформ на ротационном испарителе. Осадок фосфолипидов смешивали с 1–3 мл хлороформа. Объём хлороформа для растворения фосфолипидов зависит от их количества.

Разделение фосфолипидов проводили с помощью тонкослойной хроматографии. Для этого раствор фосфолипидов наносили на пластинку на растоянии 5 мм от нижнего края и 1–1,5 см от боковой стороны пластинки в виде точки с диаметром не более 3 мм при помощи микрошприца в количестве 1–3 мкл на стартовые точки, находящиеся на расстоянии 8–10 мм друг от друга.

Перед проведением анализа пластинку промывали в смеси растворителей хлороформ-метанол (1:1) и активировали путём термообработки в течение 1 часа при температуре 105 °С, после чего пластинку помещали в эксикатор.

Пластинку с нанесёнными пробами помещали в подвижную фазу, состоящую из смеси растворителей хлороформ-метанол-вода (65:25:4). Развитие хроматограммы продолжали до подъёма фронта растворителя до линии, отстоящей от края пластинки на 5 мм.

При проявлении хроматограмм использовали 5 %-ный спиртовой раствор фосфорномолибденовой кислоты. Идентификацию полученных пятен осуществляли по специфическим тестам на индивидуальные группы фосфолипидов: реактив Драгендорфа для холинсодержащих ФФЛ; 0,25 % нингидрина в ацетоне для серинсодержащих и этаноламинсодержащих фосфолипидов; амиачный раствор азотнокислого серебра на фосфатидилинозитолы; реактив Шиффа – на фосфатидилглицерин. Фосфатидные и полифосфатидные кислоты идентифицировали при помощи смеси 0,1 н. водного раствора $AgNO_3$ и 7 н. водного раствора аммиака, взятых по объёму в соотношении 1:1.

Анализ полученных хроматограмм осуществляли на денситометре методом сканирующей денситометрии с использованием программы оценки и вычисления параметров хроматографии.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРОГЕНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ КЛУБЕНЬКОВ

(Методические рекомендации по оценке токсического действия пестицидов на микрофлору почвы, 1981)

Для анализа нитрогеназной активности клубеньков используют интактные корни с клубеньками или клубеньки, отделенные от корневой системы растений. В первом случае корни одного растения, имеющие клубеньки, помещают в склянки объёмом 20–100 мл, которые закрывают резиновой пробкой и зажимают для герметичности завинчивающейся пластмассовой крышкой с центральным отверстием. Через резиновую пробку шприцем вводят ацетилен в количестве 10 % от объёма склянки (соответственно 2–10 мл) и инкубируют 1 час в термостате при температуре 27 °С. Затем шприцем вводят 2–10 мл реактива Несслера и анализируют содержание этилена на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором. Для этого из реакционной склянки с помощью шприца отбирают пробы газа объёмом 0,1–1,0 мл (в зависимости от активности нитрогеназы) и вводят их в приемник газового хроматографа. Для хроматографии используют стальные колонки с внутренним диаметром 4 мм, длиной 1 м, заполненные хроматоном, содержащим 10 % β, β-окси-дипропионитрила. В качестве газа-носителя используют азот, который пропускают со скоростью 50 $см^3$/мин. Время выхода этилена составляет 12 секунд.

Расчет нитрогеназной активности в нанномолях (нМ) или в микромолях (мкМ) этилена на 1 растение в час проводят по формуле:

$$C_2H_4 = \frac{Hпр\ Cст\ V}{Hст\ V}\ (нМ/час),$$

где $H_{пр}$ – величина пика C_2H_4 пробы из опытного варианта, мм;
$H_{ст}$ – величина пика C_2H_4 стандарта, мм;
$C_{ст}$ – количество C_2H_4 стандарта, введенного в хроматограф, нМ;
$V_{пр}$ – объём опытной пробы газа, введенной в хроматограф, см^3;
V – объём склянки, см^3.

Во втором случае свежие отделенные клубеньки быстро обсушивают на фильтровальной бумаге, взвешивают и используют в опыте. Для этого навеску сырых клубеньков массой 200 мг помещают в склянку с герметически закрывающейся пробкой и проделывают те же операции, которые описаны выше. Активность нитрогеназы выражают в нМ на 200 мг клубеньков.

ПРИМЕНЕНИЕ АЦЕТИЛЕНОВОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИМБИОТИЧЕСКОЙ АЗОТФИКСИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ Crady rhizobium japonicum В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

(А.А. Имшенецкий, Т.Н. Волкова, О.В. Енкина, Л.Т. Ипполитов, 1988)

Азотфиксирующую активность в посевах сои измеряли в фазе цветения – начала образования бобов, когда она достигает своего максимума, всегда в одно и то же время суток от 9 до 11 часов утра, так как азотфиксирующая активность (АА) в течение суток может существенно меняться. В момент отбора проб измеряли температуру воздуха, почвы и влажность почвы. Растения сои выкапывали с монолитом почвы. Надземную часть растений удаляли. Корни осторожно освобождали от земли. Инкубацию корней с клубеньками или отдельных клубеньков в атмосфере ацетилена проводили в стандартных 500-миллилитровых флаконах, герметично закрытых резиновыми пробками и специальными зажимами. Флаконы устанавливали на земле, в тени, среди растений сои, то есть в условиях, максимально приближенных к естественным.

Применяли ацетилен, получаемый из карбида кальция, или баллонный. В поле ацетилен доставляли в кислородной подушке. В инкубационной газовой смеси ацетилен составлял 10 объёмных процентов. Поскольку было установлено, что полное насыщение нитрогеназы обеспечивается при парциальном давлении ацетилена 0,1 атм. Это соответствует давлению N_2, равному 0,8 атм. Ранее было показано, что ацетилен ингибирует восстановление азота нитрогеназой, так как сродство нитрогеназы к ацетилену в 2,5 раза выше, чем к молекулярному азоту. Для эвакуации инкубационных флаконов, отбора газовых образцов и ввода их в хроматограф, применяли шприцы ёмкостью 1,5 и 50 мл с силиконовой прокладкой.

Реакцию восстановления ацетилена прерывали введением в инкубационный сосуд реактива Несслера (по 2 мл на флакон в случае отдельных клубеньков и по 8 мл при использовании корней с клубеньками). По окончании инкубации флаконы доставляли в лабораторию. Анализ газовых проб на содержание в них образовавшегося этилена проводили, как правило, в тот же день. Однако практика показала, что в течение нескольких дней состав газовой фазы во флаконах не менялся.

Этилен в газовых образцах определяли на хроматографе с пламенно-ионизационным детектором при комнатной температуре. Применяли колонку из нержавеющей стали длиной 2–2,5 м с внутренним диаметром 4 мм, разделяющей фазой из селикогеля АСК (адсорбционный силикогель крупнопористый с размером частиц 0,25–0,50 мм). Газ – носитель – азот. Расход газов (мл в мин): воздух – 530–540, водород – 35–60, азот – 30–50. Время удержания газов было следующим: метан – 22 с, этилен – 53 с, ацетилен – 1 мин 47 с. Время анализа одной пробы – 6 мин 40 с (данные для Хром-3 в диапазоне чувствительности 1:5).

При построении калибровочной кривой для количественного определения этилена использовали метод абсолютной калибровки (Д.А. Вяхирев, А.Ф. Шушунова, 1975). Значение для каждой точки на графике получали как среднее при использовании по крайней мере шести исходных разведений этилена 1:1000.

Приготовление реактива Несслера (согласно информации И.Н. Теретьевой):

I. 17 г хлористой ртути растворяют в 300 мл теплой дистиллированной воды, а 35 г йодистого калия – в 100 мл. Переносят

в склянку 1,5 л с меткой на 1 л. Затем вливают понемногу первый раствор во второй до тех пор, пока не образуется красный осадок. Далее доводят полученный реактив до 1 л приливанием 20 % раствора NaOH и опять добавляют раствор хлористой ртути в склянку до тех пор, пока вновь не появится неисчезающий осадок.

Цвет отстоявшейся жидкости должен быть светло-желтый. Если она бесцветна, приливают еще раз раствор хлористой ртути. Приготовленный раствор осторожно сливают в склянку из темного стекла и хранят в темном месте.

II. В мерную колбу на 1 л вносят 45,5 г йодной ртути (красной), 35 г йодистого калия и примерно 50 мл дистиллированной воды, чтобы растворить эти соли. Добавляют 112 г КОН и еще некоторое количество воды для полного растворения указанных солей. Оставляют стоять до полного растворения щелочи, добавляют воду примерно до объема 800 мл, после чего раствор хорошо перемешивают, охлаждают, доводят объем водой до 1 л и еще раз перемешивают. Оставляют раствор стоять 3–5 дней. После этого сливают отстоявшийся раствор с осадка (декантацией) в темную склянку, плотно закрывают сухой каучуковой или корковой пробкой (но не притертой стеклянной) и хранят в темноте.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕГОГЛОБИНА В КЛУБЕНЬКАХ
(E.A. Schwinghumer et al., 1970)

Метод основан на определении оптической плотности водного экстракта из клубеньков при максимуме поглощения легоглобина – 425 нМ.

1 г свежеотделенных клубеньков растирают в ступке с 10 мл дистиллированной воды. Гомогенат фильтруют несколько раз через плотный фильтр или центрифугируют до получения прозрачного раствора. Измеряют оптическую плотность фильтрата на ФЭКе с зеленым светофильтром. Количество легоглобина выражают в единицах оптической плотности на 1 г клубеньков.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АЦЕТИЛЕНОВОГО И ЛЕГОГЛОБИНОВОГО МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЗОТФИКСИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СОИ
(В.С. Петибская, П.А. Каленов, Н.Е. Гвоздикова, 1999)

В последние годы по экономическим причинам значительно снизилось использование минеральных удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур, что повлекло за собой снижение их урожайности. Поэтому особенно остро стал вопрос об использовании биологического азота. Известно, что основную роль в биологической фиксации азота играют бобовые растения. Для оценки азотфиксирующей способности растений большую роль играет наличие надежных, доступных, точных, экспрессных методов.

В настоящее время об уровне азотфиксации косвенно судят по биомассе проростков, по количеству, массе, расположению, форме и цвету клубеньков, по активности нитрогеназного комплекса (ацетиленовый метод), по содержанию легоглобина в клубеньках (легоглобиновый метод).

Накопление биомассы проростков, на наш взгляд, вероятнее всего отражает уровень совокупных метаболических процессов для данного генотипа в сложившихся условиях внешней среды, а не только лишь способность фиксировать азот. Поэтому данный метод может служить для весьма приблизительной оценки азотфиксирующей способности растений.

Число и масса клубеньков в благоприятных условиях развития растений высоко положительно коррелируют с азотфиксирующей способностью, но при воздействии на растение стрессовых факторов или неблагоприятных условий, особенно на поздних стадиях развития растений, связь этих признаков с уровнем азотфиксации нарушается. По этой причине коэффициент корреляции между числом и массой клубеньков, с одной стороны, и азотфиксирующей способностью, с другой стороны, колеблется от 0,26 до 0,98, что также не позволяет с уверенностью использовать этот косвенный метод.

Наиболее широкое распространение получил ацетиленовый метод оценки азотфиксирующей способности бобовых культур,

основанный на том, что нитрогеназный комплекс, находящийся в клубеньках бобовых культур и осуществляющий фиксацию азота, способен восстанавливать ацетилен до этилена в количествах, прямо пропорциональных фиксированному азоту (С.М. Алисова, А.И. Чундерова, 1982).

Для анализа корневую систему растения отмывают в воде, помещают в реакционный флакон, осуществляют подачу в него ацетилена, инкубируют в течение 1 ч., прерывают реакцию восстановления ацетилена обработкой клубеньков реактивом Несслера. Отбирают газовую смесь и анализируют ее в газовом хроматографе на содержание этилена, производят пересчет содержания этилена на количество азота, который мог быть адекватно восстановлен нитрогеназой исследуемого образца. Поэтому показателю судят об азотфиксирующей способности растения (С.М. Алисова, А.И. Чундерова, 1982).

Однако использование данного метода отечественными и зарубежными учеными показало, что он имеет ряд существенных недостатков. Некоторые из них считают, что по способности нитрогеназы восстанавливать ацетилен до этилена судить однозначно об азотфиксации нельзя и приводят ряд весьма существенных доводов (М.М. Умаров, 1986; R.W. Hardy, R.G. Burns, R.D. Holsten, 1973; H.J. Evans, D.W. Emerich, 1980; С.М. Брей, 1986; В.И. Романов,1983).

Кроме того, имеется ряд технических трудностей при использовании ацетиленового метода, которые не удается преодолеть при самом добросовестном подходе к делу. Это объясняется главным образом тем, что нитрогеназа, как и другие ферменты, очень лабильна и её активность сильно зависит от условий, в которых проводится анализ, а поэтому может значительно отличаться от активности, проявляемой в нативном состоянии растения, предшествовавшем отбору пробы для анализа. Так, например исследователи Ишемецкий А.А., Волкова Т.Н., Енкина О.В., Ипполитов Л.Г. (1988) отмечают, что у растений сои, находящихся в течение 4 ч вместе с монолитом почвы в тени при температуре 25 ^{o}C, азотфиксирующая активность, определенная ацетиленовым методом, снижается вдвое.

При хранении корней с клубеньками на холоде (t = 4 ^{o}C) через 2 ч происходила полная потеря активности нитрогеназы. Губительно действовало на нее и высыхание клубеньков. Хранение клубеньков во влажной марле в полиэтиленовом пакете или в закрытом флаконе приводило к потере половины активности фермента за 2 ч.

Погружение клубеньков в воду при комнатной температуре всего на 15 мин. повышало их азотфиксирующую активность более чем в 3 раза.

Хранение образцов в любых условиях даже не очень продолжительное время приводит к значительным изменениям нитрогеназной активности. Поэтому предварительную подготовку образцов стараются вести максимум 20–30 мин. По этой причине инкубацию их в атмосфере ацетилена проводят в поле, что обусловливает большие сложности в использовании ацетиленового метода (А.А. Ишемецкий, Т.Н. Волкова, О.В. Енкина, Л.Г. Ипполитов, 1988).

Учитывая это, некоторые исследователи рекомендуют использовать ацетиленовый метод только в вегетационных опытах. Тем не менее, такое ограничение не исключает большинства из перечисленных недостатков.

Одним из достоинств метода считают возможность проведения сравнительной оценки нитрогеназной активности селекционного материала в течение вегетации растений без нарушения их жизнеспособности «методом колпаков», при котором растения в сосудах помещают под колпак, герметизируют, определяют объём газа под колпаком за вычетом объёма, занимаемого сосудом и растением, обеспечивают 10 % избыточное давление ацетилена; через 2 ч отбирают газовую смесь на анализ и определяют количество образовавшегося этилена, по которому судят об активности нитрогеназного комплекса (С.М. Алисова, А.И. Чундерова, 1982).

Этот метод также не лишен субъективизма и трудностей исполнения. Снижение достоверности опыта в данном случае происходит при герметизации, определении объема газовой фазы под колпаком и объема, занимаемого сосудом и растением. Она существенно зависит и от экспозиции, правильности выбора

объема газовой смеси, анализируемой на хроматографе и некоторых других причин. Видимо поэтому «метод колпаков» не нашел практического применения.

Другим известным методом определения симбиотической азотфиксирующей способности бобовых растений является легоглобиновый. Он основан на использовании положительной корреляции между содержанием легоглобина в клубеньках растения и активностью нитрогеназы, осуществляющей фиксацию азота. Легоглобин – индикатор работы нитрогеназы. Если в клубеньках нет легоглобина, то нитрогеназный комплекс не работает, фиксация азота не происходит. Чем больше легоглобина в клубеньках, тем эффективнее осуществляется симбиотическая азотфиксация (H.S. Jonson, D.J. Hume, 1973; С.М. Брей, 1986; С.С. Мелик-Саркисян, 1983; Н.И. Мильто, 1982; В.М. Желюк, 1983). Легоглобиновый метод, разработанный Schwinghumer E.A., Evans H.J., Dawson M.D. (1970), прост, доступен и более пригоден для массовой оценки образцов, чем ацетиленовый. Однако проверка этого метода на практике показала, что он нуждается в доработке.

Модификация Петибской В.С. легоглобинового метода, разработанного Schwinghumer E.A., Evans H.J., Dawson M.D., 1970.

Во-первых, не во всех случаях максимум поглощения водных экстрактов клубеньков сои был при 425 нм. У разных образцов при анализе на спектрофотометре Спекорд М-40 максимум поглощения колебался в диапазоне 403–417 нм, на спектрофотометре USU-2P – 420–435 нм. Экспериментальные данные также показали, что между массой клубеньков растения и содержанием легоглобина, определенным при длине волны, соответствующей максимуму поглощения для данного образца, проявляется более высокая корреляция ($r = 0,983$), чем при фиксированной длине волны 425 нм ($r = 0,855$). Поэтому считаем целесообразным измерять оптическую плотность экстракта клубеньков не при фиксированной длине волны, а для каждого образца при максимуме поглощения в диапазоне 400–435 нм.

Кроме того, нами отмечено, что максимум оптической плотности одного и того же водного экстракта клубеньков меняется при его хранении. Так, в день отбора проб максимум оптической

плотности экстрактов клубеньков различных образцов сои был в пределах 414–417 нм, через сутки у тех же экстрактов, хранившихся в холодильнике, он составил 404,2–403,2 нм, через 2 суток – 403–404,9 нм, через 3 суток – 402–404,9 нм. Этот факт, на наш взгляд, можно объяснить полиморфизмом легоглобина. Эльфольк (1960) установил, что легоглобин клубеньков сои имеет 4 компонента. Два из них, «а» и «с» являются основными, а «в» и «д» – минорными. Функциональные свойства этих компонентов различны. По всей вероятности, сортообразцы различаются содержанием и соотношением этих компонентов, а при хранении их устойчивость может быть различной, поэтому меняется не только величина оптической плотности, но и длина волны, при которой происходит максимальное поглощение. Это предположение следовало бы проверить, но факт изменчивости максимума поглощения в зависимости от биологических особенностей образца и времени хранения экстракта нельзя не учитывать.

Для определения абсолютного значения азотфиксирующей способности анализ образцов необходимо проводить сразу после отбора проб. При проведении сравнительного анализа партии образцов для их ранжировки по азотфиксирующей способности, экстракты клубеньков можно хранить в холодильнике до 3 суток.

Вторым недостатком известного легоглобинового метода является отбор клубеньков по фиксированной массе (1 г), независимо от принадлежности к индивидуальному растению. А ведь известно, что азотфиксирующая способность зависит от массы и расположения клубеньков на корне, от фотосинтезирующей системы растения и других факторов. Отдельные растения могут существенно различаться по этим показателям. Отбор 1 г клубеньков независимо от принадлежности к растению приводит к обезличиванию его индивидуальных особенностей и, как результат, к субъективной оценке. На корнях одного растения может находиться больше или меньше 1 г клубеньков. Случайный отбор клубеньков приведет к искажению реальной картины. Такой подход не позволяет охарактеризовать каждое конкретное растение по азотфиксирующей способности и определить взаимосвязь с другими физиолого-биохимическими показателями растений. И действительно, полученные нами данные показали, что при отборе

1 г клубеньков и определении в них содержания легоглобина, коэффициент корреляции его с массой надземной части растения составил 0,217, а при отборе всех клубеньков индивидуального растения он был значительно выше – 0,867.

Поэтому мы внесли коррективы в известный легоглобиновый метод, отбирая не 1 г клубеньков, а все клубеньки одного, двух или трех растений независимо от их количества, массы, формы и расположения на корне. Содержание легоглобина во всех клубеньках определяли на спектрофотометре Specord M-400 при максимуме поглощения легоглобина, делили на количество растений, у которых были взяты клубеньки для анализа. Таким образом, получали результат содержания легоглобина в расчете на 1 растение.

После указанной корректировки известного легоглобинового метода, мы провели сравнительную оценку его с ацетиленовым методом определения азотфиксирующей способности. Для этого брали растения 6 различных сортов сои: Штамм Дорнбургер, BS-46, ВИР-2174, Ходсон, Ладья, Ранняя-10 выращивали в вегетационных сосудах ёмкостью 2 кг. В качестве субстрата использовали предварительно отмытый от примесей и прокаленный песок. Перед посевом вносили минеральные элементы в расчете на 1 кг субстрата: NH_4NO_3 – 0,048 г, KCl – 0,16 г, $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ – 0,172 г, $MgSO_4$ – 0,06 г, $CaSO_4$ – 0,344 г, $FeCL_3 \cdot 6H_2O$ – 0,025 г, H_3BO_3 – 0,0026 г, $(NH_4)_2MoO_4$ – 0,001 г, $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ – 1 мл раствора, содержащего 0,056 г соли в 1 л. Макро- и микроэлементы вносили в виде водных растворов. Посев осуществляли предварительно стерилизованными наклюнувшимися семенами, выращивали по 3 растения в сосуде. В каждый сосуд вносили одинаковое количество культуры *Rhizobium*. Полив производили водопроводной водой 1–2 раза в сутки из расчета 100–200 мл в зависимости от возраста растений.

Растения анализировали в начале цветения, когда азотфиксирующая способность, по мнению многих исследователей, достигает максимальной величины. Анализ проводили в 3-кратной повторности.

Результаты оценки образцов ацетиленовым методом приведены в таблице 98, а легоглобиновым – в таблице 99.

Таблица 98

Азотфиксирующая активность растений сои, определенная ацетиленовым методом

Сорт	Азотфиксирующая активность, мкг N_2/раст./час	Абсолютно сухая масса, г		
		корней	надземной части	целого растения
Ш. Дорнбургер	7,50	0,6100	0,8000	1,4100
ВИР-2174	8,28	0,5333	0,8100	1,3433
BS-46	2,01	0,4000	0,9100	1,3100
Ходсон	5,68	0,5667	0,9566	1,5233
Ладья	6,61	0,5000	0,9166	1,4166
Ранняя-10	14,06	0,6433	1,1900	1,8333

Таблица 99

Азотфиксирующая активность растений сои, определенная модифицированным легоглобиновым методом

Сорт	Азотфиксирующая активность, усл. ед. *	Масса сырых клубеньков 1 растения, г	Абсолютно сухая масса, г		
			корней	надземной части	целого растения
Ш. Дорнбургер	0,784	0,1086	0,353	0,789	1,141
ВИР-2174	0,797	0,1079	0,436	0,898	1,334
BS-46	0,580	0,0631	0,283	0,860	1,143
Ходсон	0,913	0,1364	0,486	0,918	1,404
Ладья	0,491	0,0649	0,305	0,640	0,945
Ранняя-10	1,084	0,2053	0,457	1,313	1,770

* – условная единица – это оптическая плотность раствора легоглобина, находящегося в клубеньках анализируемого растения

Корреляционный анализ показал, что между азотфиксирующей активностью растения, определенной ацетиленовым методом, и абсолютно сухой массой корней, надземной части и растения в целом проявилась достоверная положительная связь. Коэффициенты корреляции составили соответственно 0,837, 0,694, 0,826.

Коэффициенты корреляции между азотфиксирующей активностью растения, определенной легоглобиновым методом, и абсолютно сухой массой корней, надземной части и растения в целом составили 0,870, 0,867 и 0,940 соответственно. Еще более

высокая достоверная положительная корреляция проявилась между содержанием легоглобина и массой сырых клубеньков растения (r = 0,965).

Таким образом, положительная связь между азотфиксирующей способностью растения и биомассой отдельных его органов более тесно проявляется при использовании легоглобинового метода, модифицированного нами, чем при использовании ацетиленового метода.

Исходя из результатов наших опытов, считаем целесообразным для оценки азотфиксирующей способности сои использовать модифицированный легоглобиновый метод, который рекомендуем проводить следующим образом.

Корни каждого растения освободить от почвы, промыть водой. Отделить и взвесить клубеньки. Тщательно растереть их в ступке (желательно с кварцевым песком). Добавить 10 мл дистиллированной воды, перемешать. Центрифугировать 20 минут при 7000 об/мин. Надосадочную жидкость использовать для определения содержания легоглобина. Оптическую плотность определять на спектрофотометре при максимуме поглощения в диапазоне длин волн от 400 до 435 нм в кюветах из кварцевого стекла.

Максимальная оптическая плотность, полученная в этих условиях в указанном диапазоне длин волн будет представлять собой содержание легоглобина в образце, выраженное в условных единицах.

Учитывая и тот факт, что легоглобиновый метод более прост, доступен и производителен, его следует наиболее широко использовать при оценке различных сортов и форм сои, а также приемов возделывания, направленных на повышение биологической фиксации азота.

СОЕВЫЕ БЕЛКОВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ

Белковые концентраты получали методом спиртовой экстракции следующим образом. Сначала удаляли семенную оболочку после кратковременного замачивания семян в воде. Семена без оболочки высушивали в термостате при температуре 40 °С, затем тонко измельчали и обезжиривали, многократно настаивая в

гексане. Сахара удаляли спиртовой промывкой. Для этого обезжиренную муку заливали 70° этиловым спиртом в соотношении 1:10. Экстракцию проводили при комнатной температуре в течение 2 часов, полученный белковый концентрат отфильтровывали через воронку Бюхнера и высушивали в сушильном шкафу при температуре 40 °С и тонко измельчали.

ТВЕРДОСЕМЯННОСТЬ

Твёрдосемянность определяли по методике Перестовой Т.А. и Севастьяновой Л.Б. (1989) путём замачивания в воде комнатной температуры двух образцов по 100 семян в каждом. Семена, которые набухали сразу же (в течение 2 часов) выбраковывали, затем выбраковку проводили через 24, 48 и 72 часа. Если после 72 часов обнаруживали не набухшие семена, их подсчитывали и определяли процентное содержание твёрдых (не набухших семян) семян по отношению к общему количеству замоченных семян.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДО- И МАСЛОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БЕЛКОВ

(В.Г. Щербаков, С.Б. Иваницкий, В.Г. Лобанов, 1999)

При использовании белков масличных семян в пищевой промышленности важным требованием является их высокая водо- и маслоудерживающая способность, которая определяется химическими и физическими свойствами белка.

В строго регламентированных условиях к белковому порошку добавляют воду или масло и после центрифугирования определяют количество оставшейся свободной воды или масла.

Реактивы и оборудование. Белковый изолят, рафинированное подсолнечное масло, дистиллированная вода, термостат, пипетка на 20 мл, весы технические, мерный цилиндр на 20 мл, центрифуга.

Техника выполнения. В пробирку центрифуги на 30 мл поместить навеску белка массой 4 г и пипеткой внести 20 мл дистиллированной воды или подсолнечного масла. Поместить пробирку с суспензией в термостат при 20 °С на 30 минут, периодически перемешивая.

23 Заказ 079

Центрифугировать при частоте вращения барабана 15 000 об/мин в течение 15 минут. Измерить объем надосадочной жидкости (супернатанта).

Расчет.

Водо- и маслоудерживающая способность (мл/г):

$$Вс = (20 – а) / 4,$$

где 20 – количество вносимой жидкости, мл;
а – объем супернатанта, мл;
4 – навеска образца, г.

КОСВЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ СЕМЯН СОИ

ЭКСПРЕСС-МЕТОД КОСВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТРИПСИНИНГИБИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ СЕМЯН СОИ
(В.С. Петибская, С.В. Зеленцов, 1997)

Для определения трипсинингибирующей активности (ТИА) семян сои обычно использовался классический химический метод Какейда М.Л. в модификации Бенкен И.И. (1982). Этот метод очень громоздкий и трудоемкий. Его точность в сильной степени зависит от температуры окружающей среды, качества реактивов и квалификации лаборанта. Как правило, для получения достоверных результатов приходится выполнять анализ каждого образца в 6–8-кратной повторности.

С появлением инфракрасных (ИК) анализаторов стало возможным сократить время определения трипсинингибирующей активности образца в 80–100 раз, повысить точность анализа в 4–5 раз. Достоинством ИК спектроскопии является не только избавление от необходимости использовать химические реактивы, а также экспрессность анализа, но и высокая его воспроизводимость (ошибка опыта не превышает 1 %).

Однако не все учреждения имеют ИК-анализаторы и хорошо оснащенные лаборатории. Поэтому мы поставили задачу разработать доступный и экспрессный метод определения

ТИА для тех случаев, когда нет возможности провести прямое определение.

Наши многолетние эксперименты показали, что ТИА на высоком уровне положительно коррелирует с содержанием жира в семенах сои.

С целью получения уравнения для расчета ТИА, на основе данных по масличности семян сои, нами были взяты результаты анализов 700 образцов сои различных сортов, выращенных в 1992–1995 годах. Определена корреляция между масличностью семян и ТИА. Диапазон изменчивости масличности данной выборки находился в пределах 14,8–26,7 %, ТИА – 12,0–33,2 мг/г. Активность ингибиторов трипсина выражена в мг/г, т.е. количеством миллиграммов чистого трипсина, который связывается ингибиторами, содержащимися в 1 г абсолютно сухого продукта. Связь между масличностью и ТИА оказалась криволинейной, высокой, достоверной, существенной на 0,1 %-ом уровне значимости.

Анализ разброса экспериментальных точек показал, что чем ниже масличность семян, тем больше вариабельность значений ТИА. И действительно, при масличности менее 18 % корреляционное отношение составило всего лишь 0,61, в то время как при масличности 18–27 % оно было значительно выше (0,97).

Поэтому для семян сои с масличностью выше 18 % трипсинингибирующую активность можно определять с помощью регрессионного уравнения. Наиболее подходящим для практического использования является следующее уравнение:

$$Y = 3,59 + 0,04X^2,$$

где X – масличность семян сои, %;
Y – ТИА, мг/г.

Проверка полученного нами уравнения регрессии на независимой выборке, состоящей из 130 образцов, показала, что коэффициент корреляции между фактической и расчетной ТИА составляет 0,96. Различия между расчетными и фактическими значениями ТИА для проверочной партии в среднем составили 0,57 мг/г, т. е. 2,5 %. Следовательно, использование расчетного метода оценки ТИА с помощью уравнения регрессии в указан-

ном диапазоне масличности дает вполне удовлетворительное представление об уровне активности ингибиторов трипсина в семенах сои.

Поэтому в том случае, когда необходимо иметь представление об уровне трипсинингибирующей активности в соевом сырье, следует определить в нем масличность. Если она выше 18 %, то произвести расчет ТИА по формуле, если масличность окажется менее 18 %, то это сырьл имеет пониженную активность ингибиторов трипсина и может быть подвергнуто более щадящим режимам термической обработки. В этом случае соевый продукт будет иметь более высокую биологическую ценность, так как полезные вещества зерна (витамины, ферменты, термолабильные аминокислоты и др.) будут сохранены в большей степени, чем при использовании высокоингибиторной сои, подвергнутой жёсткой температурной обработке с целью снижения ТИА до допустимого уровня.

КОСВЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ НЕЗАМЕНИМЫХ АМИНОКИСЛОТ В СЕМЯНАХ СОИ
(В.С. Петибская, ВНИИМК)

Определение содержания аминокислот обычно проводят на автоматических анализаторах. Этот метод является дорогостоящим, сложным, трудоемким. Он требует высокой квалификации обслуживающего персонала.

Поэтому нами разработан простой, доступный для практического использования способ, сущность которого заключается в использовании высокой связи между содержанием белка и аминокислот в сухих веществах семян. О существовании таких связей свидетельствуют многочисленные работы отечественных и зарубежных исследователей. В них установлена общая для всех культур закономерность: чем выше уровень накопления белка, независимо от того, чем он обусловлен – генотипом или воздействием тех или иных факторов внешней среды, тем меньше в нём доля наиболее полноценных фракций, а аминокислотный состав фракций остается практически неизменным. Но одновременно с увеличением содержания

белка в семенах содержание всех аминокислот, в том числе незаменимых, в единице массы абсолютно сухих семян повышается, хотя и в неодинаковой мере.

Анализ экспериментальных данных по содержанию белка и аминокислот в семенах различных сортов сои, выращенных в разных природно-климатических и агротехнических условиях, подтвердил наличие взаимосвязи между этими показателями.

Аминокислота	Формула для расчета
Лизин	Y = 0,0542X + 0,129
Треонин	Y = 0,0311X + 0,258
Валин	Y = 0,0255X +0,713
Изолейцин	Y = 0,0429X – 0,080
Лейцин	Y = 0,0643X + 0,165
Фенилаланин	Y = 0,0562X – 0,305
Метионин	Y =1,9X : 100
Триптофан	Y = 1,7X :100

Мы выразили ее в виде математических формул, представленных ниже. В них X – содержание белка в % сухих веществ семян сои, Y – содержание соответствующей аминокислоты в % сухих веществ семян сои.

Проверка расчетных формул показала, что разница между содержанием незаменимых аминокислот, определенных с помощью автоматического анализатора аминокислот и рассчитанных при помощи формул, не превышает 5 относительных процента.

Достоинством предлагаемого способа определения содержания аминокислот является то, что он позволяет охарактеризовать аминокислотный состав семян сои и дает возможность иметь представление о питательной ценности семян в тех случаях, когда нельзя провести прямое определение с помощью аминокислотного анализатора. Простота и достоверность разработанного нами расчетного метода позволяют широко использовать его для предварительной оценки различных сортов, для программирования и прогнозирования качества семян.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА СОИ НА ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ ПАУТИННЫМ КЛЕЩОМ

(О.М. Шабалта, В.С. Петибская, 1996)

Из литературных источников известно, что реакция на повреждаемость растений сои паутинным клещом является наследуемым признаком. Однако механизм устойчивости не известен. Толкования способов проявления устойчивости к паутинному клещу других видов культурных растений разноречивы.

Например, восприимчивыми к повреждению паутинным клещом сортами маниока считают те, которые имеют *меньшую плотность волосков на поверхности листьев*. Устойчивыми сортами хлопчатника считают те, у которых *толщина первых трех слоев листовых тканей превышает длину хелицер вредителя*. Другие исследователи полагают, что механизм защиты хлопчатника заключен в *компонентном составе белков листьев* и предлагают судить об устойчивости растений к паутинному клещу по электрофореграммам этих белков. Полагают, что устойчивость огурца к паутинному клещу обусловлена *содержанием в растениях фитогормонов:* индолил-3-уксусной кислоты, гибберелиновой, абсцизовой кислот, 4,6-бензиламинопурина. Кроме того, после заселения растений огурца паутинным клещом, в них резко возрастает *активность ферментов полифенолоксидазы и пероксидазы*. Высоким содержанием *фенольных кислот* характеризуются многие виды растений, устойчивые к колюще-сосущим вредителям. Для сои отмечена связь устойчивости к паутинному клещу и *содержанием лецитинов в листьях.*

В целях поиска простого и доступного способа определения устойчивости растений сои к паутинному клещу, мы изучили связь некоторых морфологических, физиологических и биохимических признаков соевого растения с повреждаемостью этим вредителем.

Опыты проводили с 1987 по 1992 год на центральной экспериментальной базе ВНИИМК в питомнике исходного материала отдела селекции сои (ПИМ) на 290 образцах. Определяли продолжительность периода вегетации растений, высоту растений после уборки, массу 1000 семян, содержание белка и масла.

Связь физиолого-биохимических показателей сои с повреждаемостью паутинным клещом изучали на 7 сортообразцах: Штамм Дорнбургер, ВИР-2174, BS-46, Ходсон, Ладья, Ранняя-10 и Т-201, различающихся по происхождению, вегетационному периоду и продуктивности.

Степень повреждения листовой поверхности определяли по 6-балльной шкале: 0 – повреждений нет; 1 – повреждено до 5 %; 2 – 6–25; 3 – 26–50; 4 – 51–75; 5 – 76–100 % листовой поверхности. В соответствии с этой шкалой определяли средневзвешенный балл повреждения каждого сортообразца.

В идентичных условиях выращивали растения названных сортообразцов, не допуская заселения их паутинным клещом. В этом варианте в фазе цветения отбирали растения для проведения физиолого-биохимических анализов. *Определяли абсолютно сухую массу растений, количество и массу сырых клубеньков на корнях, содержание в них легоглобина* по методике Schwinghumer E.A. et al. (1970), модифицированной нами (В.С. Петибская, Н.Е Гвоздикова и др., 1995). *В листьях определяли содержание хлорофиллов «а» и «в» и каротиноидов* (В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина и др., 1975), *общего азота, фосфора и калия* (А.С. Радов, И.В. Пустовой и др., 1985), а *также свободных аминокислот* на анализаторе ААА-881 (Чешского производства), *активность ингибиторов трипсина* (И.И. Бенкен, 1982).

По нашим наблюдениям, почти все сорта сои, имеющиеся в коллекции ВНИИМК, характеризуются довольно сильным опушением листьев, особенно верхнего яруса. Паутинный клещ обычно размещается на листьях среднего яруса со средним опушением. Слабая заселенность клещом нижних листьев, по-видимому, обусловлена не их опушенностью, а биохимическим составом стареющих листьев, недостаточно соответствующим требованиям вредителя. По визуальной оценке сортообразцов ПИМ меньшая плотность волосков отмечена у образца Пламя (М) и почти полное отсутствие трихом характерно для сорта ВНИИМК-6. Повреждаемость клещом по 3-летней оценке этих образцов составила по сорту ВНИИМК-6 1 балл, по образцу Пламя (М) – 1,7 балла. Численность клещей на этих образцах была на уровне хорошо опушенного сорта Ходсон, а именно, степень повреждения

сорта Ходсон вредителем составила 1,7 балла, как и образца Пламя (М).

Другой морфо-гистологической характеристикой листьев наиболее часто связываемой с повреждением листьев паутинным клещом, является толщина первых трех слоев листа. Визуально растения сои с более толстыми листьями были выявлены нами в группах сортообразцов с поврежденностью паутинным клещом до 2 баллов. В группах сортообразцов с более высоким повреждением паутинным клещом (3 и выше балла), растений с толстыми листьями не обнаружено.

В связи с тем, что зависимость между этими факторами прослеживается, а проводить оценку сои на устойчивость к паутинному клещу методом измерения составных элементов листовой пластинки трудоемко, мы разработали более простую методику, позволяющую косвенно судить о толщине листа. Для этого с трех ярусов соевого растения срезали по три полностью сформированных листа, быстро взвешивали их и переносили контуры взвешенных листьев на бумагу. Затем по контуру вырезали лист и таким образом получали бумажный аналог листа. Его также взвешивали, а затем вычисляли отношение массы натурального листа к массе его бумажного аналога. Таким образом, получали условную величину, названную нами для удобства «условной толщиной листа».

Корреляционным методом определяли связь этой «условной толщины», измеренной в фазе созревания с повреждаемостью листьев паутинным клещом в условиях естественного заселения растений вредителем. Она оказалась отрицательной, достоверной на 5 %-ном уровне значимости и высокой. По однолетним данным, коэффициент корреляции составил -0,791. При сравнении среднемноголетних данных повреждаемости сои паутинным клещом с «условной толщиной» листа в фазе созревания для этих же образцов, коэффициент корреляции также был высок (r = -0,796). При определении условной толщины листа в фазе цветения, ее связь с поврежденностью клещом оказалась также отрицательной, но не существенной. Следовательно, наиболее верное представление о толщине листа, характерной для данного сорта, дает «условная толщина», определяемая в период, когда лист полностью сформировался.

Поскольку соя является симбиотическим азотфиксатором, наибольший интерес представляло выявление связи повреждаемости паутинным клещом с интенсивность фиксации атмосферного азота и содержанием продуктов азотного обмена в листьях различных сортов сои. Об интенсивности симбиотической азотфиксации судили по содержанию легоглобина в клубеньках растений.

Результаты показали, что в фазе генеративного развития у образцов Штамм Дорнбургер и Ходсон, содержащих наибольшее количество легоглобина в клубеньках, повреждаемость паутинным клещом, при искусственном заселении с высокой исходной численностью вредителя, была наименьшей (2,3 и 2,0 балла). У сортообразца Т-201, у которого легоглобин отсутствовал и азотфиксация не происходила, поврежденность листьев была максимальной (5 баллов). Коэффициент корреляции между содержанием легоглобина в клубеньках растения и повреждаемостью листьев был достоверным и составил – 0,7. Следовательно, отбор образцов сои с повышенной азотфиксирующей способностью ведёт одновременно и к отбору устойчивых по отношению к паутинному клещу форм.

Корреляция повреждаемости растений паутинным клещом с массой зерна с растения, содержанием белка и масла в зерне не прослеживается. Не установлена связь с содержанием и соотношением хлорофиллов и каротиноидов, а также активностью ингибиторов трипсина, содержанием азота, фосфора и калия в листьях различных сортов.

В многолетних опытах, проведенных на 290 образцах сои, определили связь повреждаемости растений паутинным клещом и продолжительностью периода вегетации, высотой и продуктивностью растений, содержанием в зерне белка и масла. Установили среднюю положительную существенную корреляцию только с продолжительностью периода вегетации (r = 0,314) и высотой растений (r = 0,301).

Таким образом, наши исследования показали, что повышенная плотность трихом в листьях растений сои не связана с устойчивостью ее к паутинному клещу и не может быть принята как метод определения устойчивости к колюще-сосущим вредителям по аналогии с другими культурами.

Для сои выявлена сильная зависимость поврежденности сортообразцов паутинным клещом от «условной толщины» листа ($r = -0,8$), которую определяют отношением массы натурального листа к массе ограниченного его контуром, бумажного листа в период, когда лист полностью оформился. Оптимальным сроком для проведения этой работы является фаза созревания зерна.

Зависимость между «условной толщиной» листа и поврежденностью сои паутинным клещом можно использовать как простой и доступный метод оценки селекционного материала на повреждаемость сои этим вредителем.

Установлена высокая корреляция между содержанием легоглобина в клубеньках растений сои и устойчивостью к паутинному клещу ($r = 0,7$). ***Повысить устойчивость растений сои к паутинному клещу можно, обеспечив условия для активного протекания процесса азотфиксации растений.***

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря обширному экспериментальному материалу исследователей разных стран за последние 100 лет, а также 5-тысячелетней традиции народов Юго-Восточной Азии по использованию сои, убедительно доказано, что соя – уникальная культура, которую можно и нужно широко использовать, но только целенаправленно, научно обосновано, с учетом особенностей химического состава семян.

В данной работе приведены доказательства того, что семена сои содержат жизненно важные для человека и животных компоненты: белки, фосфолипиды, токоферолы, полиненасыщенные жирные кислоты при благоприятном соотношении ω-6 и ω-3 кислот, пищевые волокна, витамины (B_1, B_2, B_3, B_4, B_6, биотин, фолиевую кислоту), минеральные элементы (K, Ca, Mg, P, S, Fe, Mn, Co, Cr) в количествах, превосходящих ряд зерновых и масличных культур. В связи с этим она является непревзойденным натуральным корректором питания.

Даже те компоненты соевого зерна: сапонины, лектины, фитин, изофлавоны, олигосахариды, ингибиторы трипсина, которые

обычно считают «вредными», при подробном и тщательном изучении показали, что они частично или полностью разрушаются в процессе его обязательной термической обработки, и в то же время, являются полезными для профилактики и лечения тех или иных заболеваний. Такие вещества в семенах сои находятся в количествах, достаточных для извлечения из семян и промышленного получения лечебных препаратов, а также производства БАД, создания физиологически функциональных продуктов. Благодаря всем этим веществам, соевые продукты рекомендованы при ряде заболеваний: атеросклероз, гипертония, гиперхолестеринемия, диабет, дисбактериоз, хронический гастрит, язва желудка и двенадцатиперстной кишки, а также заболеваниях печени, органов дыхания, нервной системы и гормонозависимых, онкозаболеваниях.

Тем не менее, следует дополнительно провести широкомасштабные медико-биологические исследования для того, чтобы четко установить, какие компоненты соевого зерна после термической обработки или проращивания, ферментации, экстракции и других технологических приемов, способны нанести вред той или иной категории населения. Разработать рекомендации для потребителей соевой продукции разных возрастов при различных заболеваниях. Особое внимание уделить изофлавонам сои. Их можно извлекать из белковых концентратов и изолятов и использовать по назначению, а белковые продукты, очищенные таким образом, могут быть использованы более широко.

В рамках биологических законов природы методами селекции в составе семян можно корректировать содержание и соотношение полезных и антипитательных веществ. Об этом свидетельствует создание во ВНИИ масличных культур в 1995–2005 годах сортов сои Фора, Веста, Лакта, Валента с повышенным содержанием не только белка, но одновременно и других функциональных ингредиентов: фосфолипидов, токоферолов, витаминов (особенно группы В), ряда дефицитных минеральных элементов и пониженной активностью антипитательных веществ – ингибиторов трипсина.

Использование этих сортов в экспериментах по кормлению перепелов, производству соевого молока, сыра-тофу, обезжирен-

ной соевой муки, белковых концентратов и консервов показало бесспорное преимущество сортов специальной, целенаправленной селекции перед обычными сортами традиционной селекции как по кормовым и пищевым достоинствам, так и экономической эффективности. Но, тем не менее, до сих пор они не востребованы в сельскохозяйственном производстве по той причине, что их урожайность ниже или находится на уровне сортов традиционной кубанской селекции.

К сожалению, в России нет механизма оценки сельскохозяйственной продукции в соответствии с её качеством. В этом отношении мы отстаем от некоторых развитых стран, в которых главную роль играет именно качество и на лидирующие позиции выходит уникальность, функциональность, биологическая ценность продукции.

В отношении сои особенно следует отметить позицию Китая, где наиболее востребованными для переработки в настоящее время являются сорта с высоким содержанием функционального ингредиента – белка. В этой стране цена за семена тем выше, чем больше в них белка.

В России, исторически основным направлением использования сои было восполнение дефицита белка в кормах, а не производство соевого масла. Учитывая тот факт, что в настоящее время появилась острая необходимость в ликвидации дефицита белка и в продуктах питания, следует пересмотреть взгляд на эту культуру и дифференцировать цены на соевое зерно с учетом именно этого компонента.

Одновременно использовать уже разработанные и изучать новые приемы выращивания сои, направленные на улучшение ее потребительских качеств. Провести дальнейшие, более глубокие исследования, позволяющие выявить роль специфических химических компонентов семян (лектинов, изофлавонов, раффинозы и стахиозы) в физиологических процессах самого растения с тем, чтобы повысить жизнеспособность семян, способность к оплодотворению, устойчивость к болезням, вредителям и неблагоприятным абиотическим факторам. В этой связи более подробно изучить роль лектинов в жизненном цикле растений сои. Особое внимание обратить на стимуляцию ими прорастания семян, защиту от фитопатогенов и повышение азотфиксирующей активности растений. Определить их роль в формировании комплементарных пар: растение-симбионт.

В Государственном реестре имеется около 90 сортов сои отечественной селекции. Но информация о химическом составе их семян отсутствует, что не позволяет переработчикам целенаправленно вести поиск сырья для производства высококачественных кормов и продуктов питания. Наши исследования показали, что диапазон содержания химических компонентов кубанских и дальневосточных сортов велик. Интродуцированные французские и американские сорта не имеют преимуществ перед отечественными сортами по показателям кормовой и пищевой ценности. Этот факт позволяет прийти к заключению об отсутствии необходимости закупать импортные семена для посева. Отечественные сорта обладают конкурентоспособностью и значительным экспортным потенциалом, в том числе и в страны ЕС, так как являются генетически не измененной сельскохозяйственной продукцией, не уступающей по качеству зерна импортным сортам.

Продовольственной безопасности нашей страны будет способствовать полный отказ от импортных поставок не только семян, но и продуктов их переработки (белого лепестка, обезжиренной муки, соевых концентратов, изолятов, текстуратов). Для этого необходимо, во-первых, увеличить количество цехов и заводов по переработке сои для кормовых целей, интенсивно строить и вводить в эксплуатацию соевые комплексы по глубокой переработке семян для производства отечественных белковых продуктов и выделения ценных компонентов лечебно-профилактического назначения (токоферолов, фосфолипидов, пищевых волокон, изофлавонов, олигосахаридов). Во-вторых, эффективно сочетать сельскохозяйственное производство сои с промышленной переработкой в рамках одного предприятия. В таком случае прибыль от применения высококачественного сырья и его безотходного использования при глубокой переработке сои окупит недобор урожая при выращивании высокобелковых сортов. Такой тип предприятия будет эффективным и высоко конкурентным, а высококачественное сырье востребованным. В конечном итоге потребитель получит недорогую, безопасную, биологически ценную отечественную продукцию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абрамова, Г.И. Производство и переработка сои за рубежом / Г.И. Абрамова, Л.Е. Яковлева // ЦНИИИТЭИПП. – М., 1974. – 34 с.

Абрамович, З.Д. Производство соевой муки / З.Д. Абрамович. – М.: Пищепромиздат, 1954. – 120 с.

Абу Афифе Шариф. Применение ингибитора трипсина при склеропластике у детей и подростков с прогрессирующей близорукостью / Абу Афифе Шариф, Н.Н. Бушуева, С.Г. Коломийчук // Офтальмологический журнал. – 2005. – № 2. – С. 11–14.

Авакумов, В.М. Лекарственные средства метаболической терапии на основе витаминов и ферментов / В.М. Авакумов, М.А. Ковлер, М.А. Кругликова // Вопросы медицинской химии. – 1992. – Т. 38. – № 4. – С. 14–21.

Агжихин, В.М. Лекарственные средства метаболической терапии на основе витаминов и ферментов / В.М. Агжихин, М.А. Ковлер, М.А. Кругликова, Р.П. Львова // Вопросы медицинской химии. – 1992. – Т. 38. – № 4. – С. 14–21.

Агжихин, И.С. Докозагексаеновая и эйкозапентаеновая кислоты – новые фармацевтические и медицинские аспекты / И.С. Агжихин, В.А. Тер-Карапетян, В.Г. Гендель, Н.Н. Аракелова // Фармация. – 1987. – № 2. – С. 80–90.

Адамель, Ф.Ф. Использование сои в народном хозяйстве / Ф.Ф. Адамель, В.Н. Письменов. – Симферополь: Таврида, 1995. – 207 с.

Адамень, Ф.Ф. Агробиологические особенности возделывания сои в Украине / Ф.Ф. Адамень, В.А. Вергунов, П.Н. Лазер // Аграрная наука, – 2006. – 456 с.

Александрова, Н.А. Соевые белковые препараты и их использование при выработке мясных продуктов за рубежом / Н.А. Александрова // ЦНИИТЭИПП. Обзорная информация. – М., 1978. – 36 с.

Алешина, Н.В. Биологическая ценность и лектиновая активность белков семян сои различных сортов / Н.В. Алешина // Известия вузов. Пищевая технология. – 1993. – № 1–2. – С. 60–62.

Алешина, Н.В. Биохимическая характеристика лектинов соевых семян в связи с необходимостью повышения эффективности использования соевого белка / Н.В. Алешина // Автореф. дис. … канд. техн. наук. – Краснодар: КубГТУ, 1989. – 25 с.

Алисова, С.М. Изучение внутривидового варьирования по эффективности симбиотической азотфиксации у фотосинтетических мутантов гороха / С.М. Алисова, Е.Г. Алексеева, И.А. Тихонович // Биологическая фиксация молекулярного азота: материалы 6-го Всесоюзного Баховского коллоквиума. – Киев: Наукова думка, 1983. – С. 103–105.

Алисова, С.М. Методические указания по использованию ацетиленового метода при селекции бобовых культур на повышение симбиотической азотфиксации / С.М. Алисова, А.И. Чундерова // ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии. – Л., 1982. –11 с.

Анисимов, А.А. Основы биохимии: учебное пособие для вузов / А.А. Анисимов, А.Н. Леонтьева – Под общ. ред. А. А. Анисимова. – М.: Высшая школа, 1986. – 551 с.

Антипова, Л.В. Получение аналогов молочных напитков из нетрадиционного сырья / Л.В. Антипова, В.М. Перелыгин, Е.Е. Курчаева // Хранение и переработка сельско-хозяйственного сырья. – 2002. – № 4. – С. 79–81.

Арабаджиев, С.Д. Соя (пер. с болгар.) / С.Д. Арабаджиев, А.К. Ваташки, А.К. Горанова, и др. – М.: Колос, 1981. – 197 с.

Арсеньева, Л.Ю. Махинько. Повышение биологической ценности хлебобулочных изделий путем использования соевых продуктов / Л.Ю. Арсеньева, В.Н. Махинько, Н.П. Яценко, В.И. Дробот // Функциональные продукты питания: тезисы Междунар. конф. (Кубань, 2001). – Краснодар: КубГАУ, 2001. – С. 153–155.

Артемова, Е.Н. Научные основы пенообразования и эмульгирования в технологии пищевых продуктов с растительными добавками / Е.Н. Артемова // Автореф. дисс. …д-ра техн. наук. – СПб., 1999. – 48 с.

Арутюнян, Н.С. Фосфолипиды растительных масел / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена. – М.: Агропромиздат, 1986. – 256 с.

Аткинс, Р. Биодобавки доктора Аткинса. Природная альтернатива лекарствам при лечении и профилактике болезней / Р. Аткинс. – М.: «РИПОЛ КЛАССИК», Трансперсональный институт, 2000. – 474 с.

Балакай, Г.Т. Соя: экология, агротехника, переработка / Г.Т. Балакай, О.С. Безуглова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 156 с.
Баранов, В.Ф. Роль сои в решении белковой проблемы / В.Ф. Баранов, В.И. Клюка, А.В. Кочегура // Повышение продуктивности сои: труды. ВНИИМК. – Краснодар, 2000. – С. 6–11.
Баранов, В.Ф. Добрая культура (Научно-популярный очерк о сое) / В.Ф. Баранов. – Краснодар: Советская Кубань, 2002. – 80 с.
Баранов, В.Ф. Итоги функционирования научно-производственной системы «Соя» в Краснодарском крае / В.Ф. Баранов // Повышение продуктивности сои: труды ВНИИМК. – Краснодар, 2000. – С. 154–158.
Баранов, В.Ф. Повышение посевных качеств семян раннеспелых сортов сои переносом сева на поздний срок / В.Ф. Баранов, В.Г. Калюжный, Уго Торо Корреа // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 2003. – Вып. 2 (129). – С. 31–36.
Баранов, В.Ф. Соя на Кубани / В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, В.М. Лукомец. – Краснодар, 2009. – 317 с.
Баранов, В.Ф. Краткая история происхождения, распространения и изучения культуры // Соя: биология и технология возделывания / Под ред. В.Ф. Баранова, В.М. Лукомца. – Краснодар, 2005. – С.11–16.
Баранов, В.Ф. Соя в кормопроизводстве / В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, С.И. Кононенко, А.Н. Ригер – Под ред. В.М. Лукомца, Л.Г. Горковенко. – Краснодар, 2010. – 365 с.
Баранов, В.Ф. Сортовая специфика возделывания сои / В.Ф. Баранов, Уго Аламиро Торо Корреа – Под ред. В.М. Лукомца. – Краснодар, 2007. – 184 с.
Барановский, А.Ю. Применение соевого изолята «Супра-760» для коррекции белковой энергетической недостаточности при некоторых заболеваниях / А.Ю. Барановский, Л.И. Назаренко, Райхельсон // Пробиотики и пробиотические продукты в профилактике и лечении наиболее распространённых заболеваний человека: тезисы II Междунар. конф. (21-23 апреля 1999 г.): – М., 1999. – С. 43–44.
Беззубов, Л.П. Химия жиров / Л.П. Беззубов. – М.: Пищепромиздат, 1962. – 306 с.

Белкин, В.Г. Современные тенденции в области разработки функциональных продуктов питания / В.Г. Белкин, Ю.В. Бабин, Т.К. Каленик, А.Б. Лисицын, Н.И. Дунченко, А.А. Кочеткова, В.М. Поздняковский // Масла и жиры. – 2010. – № 7–8. – С. 20–22.
Белоногов, А. Соя – культура больших возможностей / А. Белоногов, Л. Половинко, Д. Левантин // Молочное и мясное скотоводство. – 1999. – № 6. – С. 13–14.
Бенкен, И.И. Антипитательные вещества белковой природы в семенах сои / И.И. Бенкен, Т.Б. Томилина // Науч.-техн. бюл. ВИР. – 1985. – Вып. 149. – С. 3–10.
Бибков, Т.М. 25 граммов здоровья из сои / Т.М. Бибков. – М., 2000. – 80 с.
Бикбов, Т.М. Новое пришествие соевых продуктов в Россию / Т.М. Бикбов // URL:http://WWW.COYA/htm. – 6 с.
Бирич, Т.В. Витамин Е в лечении первичной глаукомы / Т.В. Бирич, Т.А. Бирич, Л.Н. Марченко и др. // Вестник офтальмотологии. – 1986. – № 2. – С. 10–13.
Бобкова, З.Ф. Продукты на основе соевых компонентов для профилактического и диетического питания / З.Ф. Бобкова, Т.П. Фурсова // Молочная промышленность. – 1998. – № 5. – С. 15–16.
Богатырев, А.Н. Что такое витамины и как они работают / А.Н. Богатырев, И.А. Макеева // Ваше питание. – 2000. – № 4. – С. 8–12.
Богатырева, А.Н. Производство мясопродуктов с использованием соевых белков в США / А.Н. Богатырева, А.Ф. Савченко, Г.Л. Солнцева, Т.М. Рига // Обзорная информация. ВНИИМП. – М., 1981. – 12 с.
Болдырев, Ю. Вы и ваш магазин / Ю. Болдырев. – 2001. – № 7. – С. 18.
Боннер, Дж. Биохимия растений (пер. с англ.) / Дж. Боннер, Дж. Варнер и др. – М.: Мир, 1968. – 624 с.
Борешевская, О.А. Влияние сроков сева на рост и развитие сои / О.А. Борешевская // Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005–2010 гг.: сб. статей координационного совещания ВНИИМК. – Краснодар, 2004. – С. 195–197.

Боровский, В.Р. Способ производства продукта из сои, заменяющего орех / В.Р. Боровский, Н.А. Шаркова, Г.М. Михайлевский // Авторское свидетельство 5А 23L1/20, N4938439/13, от 22.05.91.

Бородулина, А.А. Химический состав семян и его изменение в зависимости от сортовых особенностей и факторов внешней среды / А.А. Бородулина, Л.В. Супрунова, П.А. Каленов // Соя (под ред. Ю.П. Мякушко и В.Ф. Баранова). – М: Колос, 1984. – С. 73–86.

Бородулина, А.А. Сравнительная характеристика белкового комплекса семян масличных культур и возможность его улучшения в процессе селекции / А.А. Бородулина, Л.В. Супрунова // Вопросы биохимии масличных культур в связи с задачами селекции: сб. науч. тр. ВНИИМК. – Краснодар, 1981. – С. 29–42.

Бородулина, А.А. Биохимическая характеристика семян производственных и перспективных сортов и гибридов масличных культур / А.А. Бородулина, Л.Н. Харченко, А.Г. Малышева, Э.В. Снесарь // Вопросы биохимии масличных культур в связи с задачами селекции: сб. науч. работ ВНИИМК. – Краснодар, 1981. – С. 124–141.

Бородулина, А.А. Влияние термической и химической обработки на структуру лектинов семян сои / А.А. Бородулина, Н.В. Алешина // НТБ ВНИИМК. – 1989. – Вып. 1 (104). – С. 15–17.

Бортников, С. Использование полножирной экструдированной сои в комбикормах / С. Бортников // Масла и жиры. – 2005. – № 5 (51). – С. 14–15.

Бочкарева, Т.Я. Эмульгирующие свойства глобулинов белков соевых зерен / Т.Я. Бочкарева, В.Б. Толстогузов // Масложировая промышленность. – 1990. – № 4. – С. 32–33.

Брей, С.М. Азотный обмен в растениях / С.М. Брей. – М.: Агропромиздат, 1986. – 200 с.

Бутина, Е.А. Научно-практическое обоснование технологии и оценка потребительских свойств фосфолипидных биологически активных добавок / Е.А. Бутина // Автореф. дис. … д-ра техн. наук. – Краснодар: КубГТУ, 2003. – 53 с.

Бутина, Е.А. Организация отечественной индустрии лецитинов. Практические решения / Е.А. Бутина, Е.О. Герасименко, Е.П. Корнена, Ю.П. Арселямов // Масложировая индустрия: материалы конф. (окт. 2008). (ВНИИЖ). – С.-Пб., 2008. – С. 74–76.

Бутина, Е.А. Применение фосфолипидных БАД серии «Витол» в комплексной диетотерапии / Е.А. Бутина, Е.О. Герасименко, Е.П. Корнена, Р.А. Ханферян // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – № 2–3. – С. 12–14.

Вайнберг, Дж. Статистика / Дж. Вайнберг, Дж. Шумекер. – М.: Статистика, 1979. – 388 с.

Вайсблай, И.М. Уровень активности ингибиторов трипсина семян зерновых и кормовых сортов гороха / И.М. Вайсблай // Известия АН СССР, серия биологическая. – 1978. – № 6. – С. 840–848.

Валуева, Т.А. Роль ингибиторов протеолитических ферментов в защите растений / Т.А. Валуева // Успехи биологической химии. – 2002. – Т. 42. – С. 193–216.

Васильева, А. Атеросклероз: как избавиться от «ржавчины жизни» / А. Васильева. – С.-Пб.: изд. Невский проспект, 2001. – 187 с.

Венгерское изобретение: диетотерапический соевый хлеб // Экономика сельского хозяйства. – 1981. – № 12.

Верфел, Д.Б. Получение соевого масла и шрота / Д.Б. Верфел, Н.Х. Витт // Руководство по переработке и использованию сои (пер. с англ.) – под ред. В.В. Ключкина, М.Л. Доморощенковой. – М.-Л.: Колос, 1998. – 81 с.

Викторова, Е.С. Динамика активности ингибиторов трипсина в созревающих семенах сои / Е.С. Викторова // Науч.-техн. бюл. ВИР. – 1983. – № 128. – С. 51–53.

Вилсон, Л.А. Продукты питания из сои / Л.А. Вилсон // Руководство по переработке и использованию сои (пер. с англ. В. В Ключкина, М. Л. Доморощенковой). – М.: Колос, 1998. – 42 с.

Вишнепольская, Ф.А. Экстракция соевых семян этиловым спиртом / Ф.А. Вишнепольская // Тр. ВНИИЖ. – Л., 1963. – Вып. № 23. – С.131–144.

Вишнепольская, Ф.А. Изучение состава и качества соевого шрота, полученного с применением различных растворителей / Ф.А. Вишнепольская, Н.И. Пилюк // Тр. ВНИИЖ. –Л., 1965. – Вып. № 25. – С. 164–173.

Вишнякова, М.А. Коллекция сои ВИР – источник исходного материала для современных направлений селекции / М.А. Вишнякова, М.А. Бурляева, И.В. Сеферова // Сб. статей координационного совещания ВНИИМК. – Краснодар, 2004. – С. 50–51.

Вовчук, С.В. Методы экстракции ингибиторов трипсина из зерна злаковых культур / С.В. Вовчук, В.А. Малиновский, В.Г. Адамовская, Т.М. Валиева // Научные труды ВСГИ. – Одесса, 1979. – Вып. 15. – С. 73–77.

Волков, Е.Н. Общие принципы дезодорации зерен сои / Е.Н. Волков // Пищевое и техническое использование сои: труды центральной научно-исследовательской лаборатории по переработке сои. – М., 1940. – Вып. 1–2. – С. 15–23.

Волкова, Т.Н. Соотношение роли растительного и микробного компонентов в эффективности бобово-ризобиального симбиоза / Т.Н. Волкова, О.В. Енкина, Ю.П. Мякушко, В.Ф. Баранов, В.И. Чернова, О.П. Горелова // Микробиология. –1985. – Вып. 5. – С. 857–860.

Воробьев, В.В. Состояние здоровья россиян и проблемы качества продовольственной продукции / В.В. Воробьев // Аграрная Россия. – 2007. – № 6. – С. 11–15.

Воронцова, О.С. Сопутствующие вещества масел из семян сои современной селекции / О.С. Воронцова, Л.М. Сердюк, М.Г. Галеев, Е.П. Корнена // Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию: тезисы докладов Междунар. науч. конф. 19–22 сентября 2000 г. КубГТУ. – Краснодар, 2000. – С. 364.

Воскресенский, О.Н. Перекиси липидов в живом организме / О.Н. Воскресенский, А.П. Левицкий // Вопросы медицинской химии. – 1970. – № 6. – С. 563– 583.

Врачебная газета. – 2003. – № 4. – С. 22.

Гаврилова, Е.Б. Правовая охрана пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников / Е.Б. Гаврилова // Масла и жиры. Специальный информационный бюллетень. – 2004. – № 7 (41). – С. 4–5.

Гаврилюк, И.П. Иммунохимический анализ в оценке качества белка сои / И.П. Гаврилюк, Л.Н. Зайцева, А.С. Телеуца, А.П. Черенок // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1981. – № 70. – Вып. 2. – С. 89–102.

Галкина, Г.В. Получение пищевого высокобелкового препарата, обладающего влагоудерживающими свойствами / Г.В. Галкина, Г.С. Волкова, В.И. Илларионова, Е.В. Куксова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 1. – С. 86–89.

Гаманченко, А.И. Разработка композиционных сухих молочно-соевых смесей с повышенной биологической ценностью и защитными свойствами / А.И. Гаманченко, Н.Б. Ильчишина, В.Г. Лобанов, О.В. Приходько, О.В. Бодлова // Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию: тезисы докладов междунар. науч. конф. 19-22 сент. 2000 г. КубГТУ. – Краснодар, 2000. – С. 251.

Гапонова, Л.В. Соя в лечебно-профилактическом и детском питании / Л.В. Гапонова, Т.Т. Логвинова, А.В. Першикова, Е.И. Решетник // URL:http://WWW.COYA\ htm. – 6 с.

Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. – М.: Минздрав России, 2002. – 164 с.

Гладышева, И.П. Высокомолекулярные соевые ингибиторы типа Баумана-Бирк: выделение, характеристика, кинетика взаимодействия с протеиназами / И.П. Гладышева, Т.З. Шарафутдинов, Т.В. Тихонова // Химия протеолитических ферментов: тезисы 3 симпозиума. – М., 1993. – С. 99–101.

Голынская, Е.Л. Содержание и активность лектинов в семенах сортов сои различного происхождения / Е.Л. Голынская, М.В. Ковальчук, В.И. Сичкарь // НТБ ВСГИ. – Одесса, 1981. – № 4(42). – С. 44–47.

Горпинченко, Т.В. Соя в России / Т.В. Горпинченко // Масла и жиры. – 2007. – № 7. – С. 8–9.

Григорьева, В.Н. Смеси растительных масел – биологически полноценные продукты / В.Н. Григорьева, А.Н. Лисицын // Масложировая промышленность. – 2005. – № 1. – С. 9–10.

Гринь, Н.Ф. Разработка усовершенствованной технологии и рецептур фосфолипидных биологически активных добавок функционального назначения / Н.Ф. Гринь // Автореф. дис. … канд. техн. наук. – Краснодар, 2002. – 24 с.

Гринпис против ГМИ // Сфера. Информационно-аналитический журнал. – С-Пб., 2004. – № 18. – С. 11.

Гудвин, Т. Введение в биохимию растений (пер. с англ.) / Т. Гудвин, Э. Мерсер. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – С. 275 и 364.

Гурвич, В.Б. Продукты из сои для решения некоторых проблем в питании человека / В.Б. Гурвич, А.Н. Лаврентьев, Т.В. Мажаева // URL:http://WWW.COYA\ – htm.

Давыденко, О.Г. Подходы к селекции раннеспелых сортов сои / О.Г. Давыденко, Д.В. Голоенко, В.Е. Розенцвейг // Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005–2010 гг.: сб. статей координационного совещания ВНИИМК. – Краснодар, 2004. – С. 110–127.

Девис, Д. Биохимия растений (пер. с англ.) / Д. Девис, Д. Джованелли, Т. Рис. – М.: Мир, 1966. – 512 с.

Доморощенкова, М.Л. Исследования рынка соевых белков / М.Л. Доморощенкова // Материалы седьмой Междунар. науч.-практ. конф. (24–25 окт. 2007 г.): Масложировая индустрия (ВНИИЖ). – С.-Пб., 2007. – С. 79–83.

Доморощенкова, М.Л. Особенности развития технологий и рынка соевых белков на современном этапе / М.Л. Доморощенкова // Масложировой комплекс России: новые аспекты развития: материалы 5-й Междунар. конф. (2–4 июня 2008 г.). Международная промышленная академия. – М., 2008.

Доморощенкова, М.Л. Особенности технологии и развитие рынка текстурированных соевых белков в России / М.Л. Доморощенкова // Масложировая промышленность. – 2006. – № 5. – С. 6–10.

Доморощенкова, М.Л. Производство текстурированных соевых белков в России – особенности технологий и развития рынка / М.Л. Доморощенкова // Масложировой комплекс России: новые аспекты развития: материалы 4-й Междунар. конф. МПА. – М., 2006. – С. 74–78.

Доморощенкова, М.Л. Современные технологии получения пищевых белков из соевого шрота / М.Л. Доморощенкова // Пищевая промышленность. – 2001. – № 4. – С. 6–10.

Доморощенкова, М.Л. Новые виды текстурированных соевых белков для пищевой промышленности / М.Л. Доморощенкова, Т.Ф. Демьяненко // Пищевая промышленность. – 2002. – № 1. – С. 44–47.

Доморощенкова, М.Л. Исследование функционально-технологических свойств изолятов соевых белков / М.Л. Доморощенкова, Т.Ф. Демьяненко, И.М. Камышева и др. // Масложировая промышленность. – 2007. – № 4. – С. 24–28.

Доморощенкова, М.Л. Soyfoods 2001 / М.Л. Доморощенкова, А.Н. Лисицин, П. Гольбиц // Пищевая промышленность. – 2001. – № 4. – С. 12–13.

Донченко, Л.В. Безопасность пищевой продукции / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 528 с.

Досон, Р. Справочник биохимика / Р. Досон, Д. Эллиот, К. Джонс. – М.: Мир, 1991. – С. 263–282.

Доценко, С.М. Проблема дефицита белка и соя / С.М. Доценко, А. Тильба, С.А. Иванов, Е.А. Абрамкина // Пищевая промышленность. – 2002. – № 8. – С. 38–40.

Драчева, Л.В. Полезные продукты из сои / Л.В. Драчева // Пищевая промышленность. – 2001. – № 4. – С. 16–17.

Драчева, Л.В. Соевые продукты в XXI веке / Л.В. Драчева // Пищевая промышленность. – 2002. – № 8. – С. 46–47.

Евдокимова, О.В. Методология определения конкурентного потенциала функциональных пищевых продуктов / О.В. Евдокимова // Пищевая промышленность. – 2009. – № 8. – С. 36–39.

Егоров, Б.В. Эффективность влаготепловой обработки зерна сои в стационарном слое / Б.В. Егоров, В.В. Шерстобитов, И.К. Чайка, А.П. Левицкий // Пищевая промышленность: Республиканский межвед. науч.-техн. сборник. – К., 1988. – Вып. 34. – С. 101–104.

Егоров, С.Л. Способ обезвреживания растительного сырья / С.Л. Егоров, В.С. Петибская // Патент № 025314 по заявке № 94024877/15, приоритет от 11.07.1994 г.

Егупов, А.Г. Разработка технологии получения и рекомендаций по применению модифицированных соевых белков / А.Г. Егупов // Автореф. дис. …. канд. техн. наук. – Краснодар: КубГТУ, 2003. – 22 с.

Еманов, С.Н. Соевые белки / С.Н. Еманов, А.С. Иванов // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2002. – № 1. – С. 50.

Еманов, С.Н. Соевые белки от «Протеин Продукта» / С.Н. Еманов, А.С. Иванов // Пищевая промышленность. – 2002. – № 8. – С. 41.

Енкен, В.Б. Соя / В.Б. Енкен. – М.: Гос. изд-во с.-х. литературы, 1959. – 653 с.

Ерашова, Л.Д. Пастообразные продукты из сои / Л.Д. Ерашова, Г.Н. Павлова, Л.А. Алехина, Р.С. Ермоленко, Л.В. Артюх // Пищевая промышленность. – 2001. – № 9. – С. 56–57.

Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков. – Л.: Колос, 1972. – 456 с.

Ефимов, А.Н. Сравнительная оценка соевого молока, полученного из разных сортов сои / А.Н. Ефимов, С.В. Назаренко, Э.А. Исагулян // Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию: тезисы докладов Междунар. научн. конф. (19-22 сентября 2000 г.). – Краснодар, 2000. – С. 364.

Ефремова, Е.Г. Сопоставление химического состава семян традиционной и генномодифицированной сои / Е.Г. Ефремова, В.Д. Надыкта, Е.В. Щербакова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 5–6. – С. 80.

Ефремова, Е.Г. Оценка безопасности продуктов переработки сои / Е.Г. Ефремова, В.Д. Надыкта, Е.В. Щербакова // Функциональные продукты питания: тезисы Междунар. конф. (Кубань, 2001) КубГАУ. – Краснодар, 2001. – С. 56–57.

Ефремова, Е.Г. Соевая мука в хлебопекарной промышленности / Е.Г. Ефремова, С.Н. Едыгова // Экология и сельское хозяйство: материалы третьей и четвертой науч.- практ. конф. Майкопского государственного технологического института. – Майкоп, 1999. – С. 67–68.

Ефремова, Е.Г. Продукты из сои для решения некоторых проблем в питании человека / Е.Г. Ефремова, Н.А. Лебедева // Наука XXI веку: материалы науч.-практ. конф. – Майкоп, 2001. – С. 31–32.

Ефремова, Е.Г. Оценка безопасности различных сортов сои и продуктов ее переработки / Е.Г. Ефремова, Н.А. Лебедева, В.Д. Надыкта // Наука XXI веку: материалы региональной науч.-практ. конф. аспирантов и студентов. – Майкоп, 2001. – С. 29–30.

Ефремова, Е.Г. Производство и использование соевого белка в молочной промышленности / Е.Г. Ефремова, В.Д. Надыкта // Наука XXI веку: материалы региональной науч.-практ. конф. аспирантов и студентов. – Майкоп, 2001. – С. 26–28.

Ефремова, Е.Г. Сопоставление химического состава семян традиционной и генномодифицированной сои / Е.Г. Ефремова, В.Д. Надыкта, Е.В. Щербакова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2002. – № 5–6 (270-271). – С. 80–81.

Ефремова, Е.Г. Полезные продукты из сои / Е.Г. Ефремова, Е.В. Щербакова, В.Д. Надыкта // Пищевые технологии: межрегиональная конф. молодых ученых. – Казань, 2003. – С. 126–127.

Ефремова, Е.Г. Сравнительный анализ соевого молока с молоком других видов / Е.Г. Ефремова, Е.В. Щербакова, В.Д. Надыкта // Наука XXI веку: материалы 4-й Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, докторантов и молодых ученых (МГТИ). – Майкоп, 2003. – С. 105–107.

Жарких, А. Остерегайтесь ГМИ! / А. Жарких // 60 лет – не возраст. – 2008. – № 9. – С. 24–32.

Желюк, В.М. Корреляция между ацетиленвосстановительной активностью и содержанием легоглобина в клубеньках сои / В.М. Желюк // Биологическая фиксация молекулярного азота: материалы 6-го Всесоюзного Баховского коллоквиума. – Киев: Наукова думка, 1983. – С. 161–164.

Жолондз, М.Я. Инфаркт и стенокардия начинаются в легких / М.Я. Жолондз. – СПб: Изд.-во «Лань»., 1996. – 267 с.

Жуковский, П.М. Культурные растения и их сородичи / П.М. Жуковский. – Л.: Колос, 1964. – 752 с.

Зайцева, Е.В. Соя как пищевой и лечебный продукт / Е.В. Зайцева // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2005. – № 1. – С. 44.

Зеленцов, С.В. Применимость закона гомологических рядов в селекции сои на качество / С.В. Зеленцов // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 1998. – Вып. 119. – С. 11.

Зеленцов, С.В. Современные аспекты селекционно-генетического улучшения сои / С.В. Зеленцов // Дис. … д-ра с.-х. наук. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – 394 с.

Зимачева, А.В. Ингибиторы цистеиновых протеиназ из семян сои / А.В. Зимачева, В.В. Мосолов // Биохимия. – 1995. – Т. 60. – Вып. 1. – С. 118–123.

Зиновьев, А.А. Химия жиров / А.А. Зиновьев. – М.: Пищепромиздат, 1952. – 551 с.

Зобкова, З.С. Продукты на основе соевых компонентов для профилактического и диетического питания / З.С. Зобкова // Молочная промышленность. – 1998. – № 5. – С. 15–16.

Зобкова, З.С. Витамины, поливитаминные премиксы, биологически активные добавки в молочных продуктах / З.С. Зобкова, З.С. Гаврилина // Молочная промышленность. – 1999. – № 2. – С. 10–12.

Зобкова, З.С. Молочные продукты с соевым белком / З.С. Зобкова, Т.П. Фурсова, В.Н. Мыриков // Молочная промышленность. – 1996. – № 7. – С. 17–20.

Зобкова, З.С. Пищевые добавки – улучшители консистенции молочных продуктов / З.С. Зобкова, Т.П. Фурсова // Молочная промышленность. – 1998. – № 7–8. – С. 19–23.

Золотников, А.К. Альбит повышает эффективность применения гербицидов / А.К. Золотников, В.Р. Сергеев, Н.А. Кудрявцев и др. // Земледелие. – 2006. – № 1. – С. 34–36.

Золотницкий, В.А. Соя на Дальнем Востоке / В.А. Золотницкий. – Хабаровск, 1962. – 247 с.

Зонненбург, Б. Соя: плюсы и минусы / Б. Зонненбург // Мисс фитнес. – 2004. – № 1. – С. 49–50.

Зятьков, Ю.И. Производство сои и соевого масла в России / Ю.И. Зятьков, Н.А. Курамышева, В.Е. Наконечный // Интер. Соя, 1999. – URL:http:www.soyka.ru/soyka/rus2.shtm.

Иваницкий, С.Б. Способ производства продукта из сои / С.Б. Иваницкий, И.С. Иваницкий, В.Г. Щербаков, В.Н. Прохоров // Авторское свидетельство 5А 23L1/20, N5020125/13, от 09.07.91.

Иваницкий, С.Б. Применение сои в производстве кондитерских изделий / С.Б. Иваницкий, В.Г. Лобанов, С.В. Назаренко // Известия вузов. Пищевая технология. – 1998. – № 4. – С. 21–23.

Иваницкий, С.Б. Соевый белковый обогатитель в пищевых продуктах / С.Б. Иваницкий, С.В. Назаренко, В.Б. Харченко, В.И. Маливанов, С.С. Захурко // Пищевая промышленность. – 1997. – № 2. – С. 30–31.

Иваницкий, С.В. Биологические и технологические аспекты использования сои при получении пищевых продуктов / С.В. Иваницкий // Известия вузов. Пищевая технология. –1998. – № 1. – С. 8–13.

Иванкин, А.Н. О качестве растительных и животных жиров / А.Н. Иванкин, И.М. Чернуха, Т.Г. Кузнецова // Масложировая промышленность. – 2007. – № 2. – С. 8–11.

Иванов, И.И. Витамин Е, биологическая роль в связи с антиоксидантными свойствами / И.И. Иванов, М.И. Мерзляк, Б.Н. Тарусов // Антиокислители. – М.: Наука, 1975. – С. 30–44.

Иванов, Л. Обработка сои / Л. Иванов // Комбикормовая промышленность. – 1994. – № 6. – С. 41–43.

Изолированные соевые белки «Супро» компании «Протеин Технолоджиз Интернэшнл» // Пищевая промышленность. – 1999. – № 5. – С. 68–69.

Изофлавоны и конъюгаты в пищевых продуктах из сои // J. Agr. And Food Chem. – 1994. – 42. – N 11. – P. 2466–2474.

Ильницкий, А. Соя против рака / А. Ильницкий // Будь здоров. – 2004. – № 4. – С. 64–66.

Ильчишина, Н.В. Оценка качества и безопасности сухих молочно-соевых смесей с использованием биотестирования / Н.В. Ильчишина, А.И. Гаманченко, В.Г. Лобанов, О.В. Приходько // Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию: тезисы докладов Междунар. науч.-техн. конф. (Краснодар, 19-22 сентября 2000 г.). – Краснодар: КубГТУ, 2000. – С. 364.

Имшенецкий, А.А. Применение ацетиленового метода для определения симбиотической азотфиксирующей активности в полевых условиях / А.А. Имшенецкий, Т.Н. Волкова, О.В. Енкина, Л.Г. Ипполитов // Сельскохозяйственная микробиология. – 1988. – Т. 57. – Вып. 2. – С. 338–346.

Инфорум «Какао» // Пищевая промышленность. – 1997. – № 6. – С. 56–57.

Иольсон, Л.М. Соя: химия, технология и применение. М-Л: Снабтехиздат, 1932. – 288 с.

Казаков, А.В. Сим(н)биотические комплексы и их функциональные свойства / А.В. Казаков, О.В. Феофилактова // Пищевая промышленность. – 2009. – № 12. – С. 70–71.

Казаков, Е.Д. Основные сведения о зерне / Е.Д. Казаков. – М.: Зерновой союз, 1997. – 144 с.

Казанская, Л. Новые диетические хлебобулочные изделия с применением сои / Л. Казанская, Н. Белянина, Е. Шилкина // Хлебопродукты. – 1997. – № 10. – С. 18–19.

Калашникова, С.В. Применение соевой муки в производстве мучных кондитерских изделий / С.В. Калашникова, В.И. Манжесов, Т.Н. Тертычная // Функциональные продукты питания: тезисы Междунар. конф. (Кубань, 2001). 4–7 июня 2001 г. – Краснодар, 2001. – С. 120–121.

Капрельянц, Л.В. Функциональные продукты питания из сои / Л.В. Капрельянц, Г.П. Силенко, В.В. Шестобитов, А.П. Петросьянц // Функциональные продукты питания: тезисы Междунар. конф. (Кубань, 2001). – Краснодар: КГАУ, 2001. – С.109–110.

Кириченко, О.В. Фунгітотоксична активність рослинних лектинів / О.В. Кириченко, В.Г. Сергіенко // Физиология и биохимия культурных растений. – 2006. – Т. 38. – № 6. – С. 526–534.

Киселёв, В.Б. Продовольственная безопасность и вступление России в ВТО / В.Б. Киселёв // Масложировая промышленность. – 2003. – № 2. – С. 4–5.

Климова, М. Продукты из сои – панацея или угроза? / М. Климова // URL:http://www.COYA/eCare.htm. – 3 с.

Клиндухова, Л.Г. Применение сухого соевого молока в хлебопечении / Л.Г. Клиндухова, Г.Л. Манукова, Ю.Ф. Росляков, И.В. Чумакова // Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию: тезисы докладов Междунар. науч.-техн. конф. (Краснодар, 19–22 сентября 2000 г.) – Краснодар, 2000. – С. 364.

Ключкин, В.В. Влияние технологических факторов на дробимость семян сои и отделяемость семенной оболочки / В.В. Ключкин, Л.М. Заводцова, З.М. Казанджан, Г.Т. Василенко // Труды ВНИИЖ. – Л., 1974. – Вып. 31. – С. 49–55.

Ключкин, В.В. Получение высококачественного соевого шрота / В.В. Ключкин, Н.И. Пилюк // Труды ВНИИЖ. – Л., 1963. – Вып. 23. – С. 184–195.

Ключкин, В.В. К вопросу о гидротермической обработке семян сои / В.В. Ключкин, Л.М. Заводцова // Труды ВНИИЖ. – Л., 1971. – Вып. 28. – С.156–160.

Ключкин, В.В. Влияние влаготепловой обработки соевого лепестка перед экстрагированием на изменение белковых веществ / В.В. Ключкин, З.М. Казанджан // Труды ВНИИЖ. – Л., 1974. – Вып. 31. – С. 65–67.

Кобылинская, Е.В. Применение соевого солода для производства сухих завтраков / Е.В. Кобылинская, В.Н. Ковбаса, Б.И. Хивврич // Прогрессивные технологии и оборудование для пищевой промышленности. 17–20 сентября 1997 г.: тезисы докладов междунар. научн.-техн. конф. – Воронеж, 1997. – С. 40–41.

Ковалева, О.В. Протеолитические ферменты и ингибиторы протеиназ из растений и их влияние на пищеварительные протеиназы позвоночных животных / О.В. Ковалева // Автореф. дис. …канд. техн. наук. – Краснодар: КубГТУ, 1998. – 22 с.

Коваленко, В.М. Токоферол в комплексной терапии некоторых форм эпилепсии / В.М. Коваленко, Г.М. Крыжановский, В.С. Коваленко и др. // Журн. невропатологии и психиатрии. – 1984. – № 6. – С. 892–897.

Ковров, Г.В. Соевые продукты – пища нового тысячелетия / Г.В. Ковров // Пищевая промышленность. – 1997. – № 12. – С.18–19.

Козлова, Л.С. Соя: некоторые современные аспекты переработки и использования / Л.С. Козлова // Информационный материал НИИИТЭИ АПК. – М. – 22 с.

Колесникова, В. Современное состояние мирового рынка трансгенных пищевых растений / В. Колесникова // Масла и жиры. Специальный информационный бюллетень. – 2004. – № 7 (41). – С. 6.

Колпакова, В.В. Функциональные свойства растительных белковых композитов и физико-химические характеристики их белков и липидов / В.В. Колпакова, И.В. Мартынова, А.А. Невский, Л.В. Чумикина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – № 4. – С. 36–38.

Константинова, О.В. Биологически активные соединения сои, их состав и использование / О.В. Константинова, А.Н. Лисицин, В.Н. Григорьева // Функциональные продукты питания (Кубань, 2001): тезисы Междунар. конф. – Краснодар: КГАУ, 2001. – С. 115.

Константинова, О.В. Функциональные сухие смеси / О.В. Константинова, В.С. Малиновская // Функциональные продукты

питания (Кубань, 2001): тезисы Междунар. конф. КубГАУ – Краснодар, 2001. – С. 117.

Константинова, О.В. Роль и значение соевой муки при создании эмульсионных пищевых продуктов «масло в воде» / О.В. Константинова, Л.И. Тарасова, А.В. Стеценко // Функциональные продукты питания (4-7 июня 2001): тезисы Межд. конф. КубГАУ. – Краснодар, 2001. – С. 114–115.

Константинова, О.В. Биофлавоноиды сои как функциональный пищевой ингредиент / О.В. Константинова, А.А. Мотенко // Функциональные продукты питания (Кубань, 2001): тезисы Междунар. конф. КубГАУ – Краснодар, 2001. – С. 117–118.

Корнена, Е.П. Химический состав, строение и свойства фосфолипидов подсолнечного и соевого масел / Е.П. Корнена // Дис. … д-ра техн. наук. – Краснодар: КубГТУ, 1986. – 272 с.

Корнена, Е.П. Состав и свойства фосфолипидов соевых масел / Е.П. Корнена, Н.С. Арутюнян, Н.А. Понамарева // Известия вузов. Пищевая технология. – 1981. – № 5. – С. 34–36.

Корнена, Е.П. Перспективы развития вузовской науки / Е.П. Корнена, Е.А. Бутина, Е.О. Герасименко // Масложировой комплекс России: новые аспекты развития – материалы 4-й Междунар. конф. МПА. – М., 2006. – С. 156–158.

Короткая, А.П. Некоторые фазоспецефические особенности запасных белков семян культурной сои / А.П. Короткая, И.А. Кучерова, И.Ф. Беликов // Физиолого-биохимические особенности зернобобовых культур: сб. статей. – Орел, 1973. – С. 201–209.

Корреа Уго Торо. Биологические особенности новых селекционных линий сои пищевого назначения / Уго Торо Корреа, В.Л. Махонин // Повышение продуктивности сои. – Краснодар, 2000. – С. 80–85.

Кочегура, А.В. Результаты и перспективы НИР по селекции сои / А.В. Кочегура // Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005–2010 гг.: сб. статей координационного совещания ВНИИМК. – Краснодар, 2004. – С. 7–15.

Кочегура, А.В. Селекционно-генетическое улучшение сои по биохимическим признакам семян / А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко, В.С. Петибская // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2005. – С. 36–47.

Кравенс, В.В. Использование соевой муки кормовой промышленностью США / В.В. Кравенс, Л.Д. Вильямс, Г.Р. Чилдс // Протеин-семинар. 13-14 октября 1976 г. – М., 1976.

Кравец, Т. Соя – царица бобовых / Т. Кравец // Будь здоров. – 2008. – № 12. – С. 54–60.

Красильников, В.Н. Исследование процесса экстракции белков из соевых шротов водными растворами едкого натра в аппарате роторно-пульсационного типа / В.Н. Красильников, Н.А. Недачина, А.П. Туровский // Труды ВНИИЖ. – Л., 1974. – Вып. № 31. – С. 20–26.

Красильников, В.Н. Влияние гамма-излучения на белковые вещества соевой муки / В.Н. Красильников, В.П. Ржехин // Труды ВНИИЖ. – Л., 1967. – Вып. № 26. – С. 177–179.

Красильников, В.Н. Гармонизация проекта ГОСТа «лецитин пищевой» с международными стандартами / В.Н. Красильников, Ю.А.Тимошенко // Масложировая промышленность. – 2006. – № 2. – С. 26–28.

Кретович, В.Л. Биохимия растений / В.Л. Кретович // Учебник для биол. факультетов ун-тов. – М.: Высшая школа, 1980. – 445 с.

Кривицкая, А. Чем мы кормим детей / А. Кривицкая // Сфера. Информационно-аналитический журнал. – С-Пб., 2004. – № 18. – С. 19.

Кроха, Н.Г. Продукты специального питания на основе семян зернобобовых культур / Н.Г. Кроха, И.Т. Дианова, Е.Е. Браудо // Пищевая промышленность. – 1997. – № 6. – С. 13.

Крылов, Ю.Ф. Перспективы использования эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот как лекарственных средств / Ю.Ф. Крылов, И.В. Любимов, А.Г. Муля // Хим. фарм. журнал. – 1991. – Т. 25. – № 9. – С. 4–11.

Крючин, С.В. Производство отечественного соевого белкового концентрата / С.В. Крючин, С.В. Назаренко // Пищевая промышленность. – 2001. – № 9. – С. 58–59.

Кудряшева, А.А. Секреты хорошего здоровья и активного долголетия / А.А. Кудряшева. – М.: Пищепромиздат, 2000. – 320 с.

Кузьминский, Р.В. Соя в пищевых продуктах / Р.В. Кузьминский, В.Н. Мыриков // Пищевая промышленность. – 1997. – № 6. – С. 64–65.

Курзин, А.Б. Продукты из сои на «Продэкспо-2002» / А.Б. Курзин // Пищевая промышленность. – 2001. – № 4. – С. 22–23.

Кучеренко, Л.А. Токоферолы семян сои / Л.А. Кучеренко, С.Г. Ефименко, В.С. Петибская, Т.Н. Прудникова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 2–3. – С. 24–26.

Кучеренко, Л.А. Биохимическая характеристика семян сои с целью их использования при производстве пищевых продуктов с функциональными свойствами / Л.А. Кучеренко // Автореф. дис. … канд. техн. наук. – М., 2009. – 24 с.

Кучеренко, Л.А. Влияние сроков посева на биохимические показатели семян сои / Л.А. Кучеренко, В.С. Петибская, А.А. Савельев // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 2006. – Вып. № 2 (135). – С. 129–131.

Лавриненко, Г.Т. Соя / Г.Т. Лавриненко, А.А. Бабич, В.Ф. Кузин, П.Е. Губанов. – М: Россельхозиздат, 1978. – 189 с.

Ладодо, К.С. Лечебные продукты для детей / К.С. Ладодо, Т.Э. Боровик, Е.А. Рославцева, Г.Ю. Сажинов // Пищевая промышленность. – 1997. – № 6. – С. 6–7.

Левицкий, А.Н. Выделение и биологические свойства соевых изофлавонов / А.Н. Левицкий, О.А. Макаренко, В.В. Богатов, И.А. Селиванская, И.В. Ходаков, Л.Н. Россаханова // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2001. – № 9. – С. 38–40.

Ленинджер, А. Основы биохимии / А. Ленинджер. – М.: Мир, 1985. – Т. 2. – 633 с.

Лещенко, А.К. Соя. (Генетика, селекция, семеноводство) / А.К. Лещенко, В.И. Сичкарь, В.Г. Михайлов, В.Ф. Марьюшкин. – Киев: Наукова думка, 1987. – С. 91.

Лисицын, А.Б. Продукты из соевой муки нового поколения / А.Б. Лисицын, Б.Е. Гутник, И.Г. Анисимова, М. Смирнов, М. Икач, В.И. Маликова // Пищевая промышленность. – 2002. – № 4. – С. 50–52.

Лисицын, А.Н. Некоторые факторы, определяющие стабильность растительных масел к окислению / А.Н. Лисицын, Т.Б. Алымова, Л.Г. Прохорова, В.Н. Григорьева, Э.И. Горшкова // Масложировая промышленность. – 2005. – № 3. – С. 11–15.

Лисицын, А.Н. Основные факторы, влияющие на качество масложировой продукции / А.Н. Лисицын, В.Н. Григорьева // Масла и жиры. – 2009. – № 1. – С. 16–17.

Лисицына, И.А. Масла с высоким содержанием мононенасыщенных жирных кислот и их применение в изготовлении продуктов с длительным сроком хранения / И.А. Лисицына, Д.А. Лисицын // Масложировая индустрия – 2008: материалы 8-й Междунар. конф. ВНИИЖ. – С-Пб., 2008. – С. 81–82.

Литвинова, Т. Лечебник Парацельса / Т. Литвинова. – С-Пб.: Ленинградское изд-во, 2008. – 288 с.

Лищенко, В.Ф. Мировое производство, потребление и торговля жирами и маслами в 1975-2000 гг. / В.Ф. Лищенко, В.В. Лищенко, О.В. Лищенко // Масложировая промышленность. – 2001. – № 4. – С. 8–13.

Логвинова, Т.Т. Получение продуктов из высококачественных семян сои методом обжаривания / Т.Т. Логвинова, Л.В. Гапонова, А.Л. Кузьмин // Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию: тезисы докладов Междунар. науч. конф. (Краснодар, 19–22 сент. 2000 г.). – Краснодар: КубГТУ, 2000. – С. 364.

Лоуренс Уче Ивебор. Влияние рост регулирующих веществ на урожай и качество семян сои / Лоуренс Уче Ивебор, Л.А. Кучеренко, В.С. Петибская, Уго Торо Корреа // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 2006. – Вып. № 1 (134). – С. 70–72.

Лукомец, В.М. Потенциал производства масличных культур в Российской Федерации / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев // Масложировой комплекс России: новые аспекты развития – материалы 4-й Междунар. конф. МПА. – М., 2006. – С. 38–42.

Лукомец, В.М. Состояние производства и экспортно-импортных потоков сои в мире // Соя: биология и технология возделывания / Под ред. В.Ф. Баранова, В.М. Лукомца. – Краснодар, 2005. – С. 17–24.

Лунев, А.М. Разработка рациональной технологии использования соевой сыворотки / А.М. Лунев // Автореф. дис. … канд. техн. наук. – Краснодар, 2002. –24 с.

Лусас, Э.В. Производство и использование соевых белков / Э.В. Лусас, Ки Чун Ри // Руководство по переработке и использованию сои: пер. с англ. В.В. Ключкина, М.Л. Доморощенковой. – М.: Колос, 1998. – 48 с.

Луцик, М.Д. Лектины / М.Д. Луцик. – Львов: Вища школа, 1981. – 156 с.

25 Заказ 079

Макаров, В.А. Влияние нового производного простагландина Е1 (простанита) на функцию тромбоцитов и заживление ожоговой ран / В.А. Макаров, Г.Н. Петрухина, А.И. Воложин и др. // Сборник: Человек и лекарство. – М., 1995. – С. 213–214.

Максимов, В.И. Ферментируемые углеводы: сравнительный анализ воздействия на микросистему толстой кишки в связи с проблемами экологии и терапии / В.И. Максимов // Пробиотики и пробиотические продукты в профилактике и лечении наиболее распространенных заболеваний человека: материалы 2-й Междунар. конф. – М., 1999. – С. 33–34.

Малер, Г. Основы биологической химии / Г. Малер, Ю. Кордес. – М.: Мир, 1970. – С. 409.

Манукова, Г.Л. Применение продуктов переработки сои в мучных кондитерских изделиях / Г.Л. Манукова, И.И. Ува-рова, Н.А. Пропорциональная // Функциональные продукты питания (Кубань, 2001): тезисы Междунар. конф. – Краснодар: КубГАУ, 2001. – С. 110–111.

Мандреа, А.Г. Производство соевого белкового концентрата и изолята / А.Г. Мандреа // Масла и жиры. – 2004. – № 8. – С. 8–9.

Марков, Е.Ю. Лектины растений: предполагаемые функции / Е.Ю. Марков, Э.Е. Хавкин // Физиология растений. – 1983. – Т. 30. – Вып. 5. – С. 852–867.

Марьин, В.А. Новое поколение пробиотических молочных продуктов / В.А. Марьин // Пробиотики и пробиотические продукты в профилактике и лечении наиболее распространенных заболеваний человека: материалы 2-ой Междунар. конф. – М., 1999 – С. 25–26.

Мартынов, А.В. Проблемы дефицита белка в рационе питания россиян и пути их решения / А.В. Мартынов // Молочная промышленность. – 2000. – № 7. – С. 11–15.

Мартынов, С.В. Факторы, лимитирующие использование сои в рационах животных и пути их устранения / С.В. Мартынов // Сельское хозяйство за рубежом. – 1984. – № 9. – С. 41–45.

Маслов, А.В. Применение комплекса микроэлементов на основе бишофита в растениеводстве / А.В. Маслов // Информационные материалы о препарате. – ООО «Маскар». – 2006.

Маслов, А.М. Использование аналогов кисломолочных продуктов на соевой основе для лечебного и диетического питания / А.В. Маслов // Известия вузов. Пищевая технология. – 1990. – № 1 – С. 34–35.

Маслов, А.М. Исследование возможности использования соевой основы для лечебно-диетического питания / А.В. Маслов, И.П. Рыкунова // Известия вузов. Пищевая технология. –1989. – № 6. – С. 23–24.

Мацук, Ю.П. Улучшение качественного состава семян при производстве пищевого соевого шрота / Ю.П. Мацук, А.Т. Кузнецов, А.И. Сибирцев, Л.М. Моисейченко // Труды ВНИИЖ. – Л., 1967. – Вып. 26. – С. 57–64.

Маурин, Б.К. Целительная сила зерна / Б.К. Маурин, Д. Чейс. – Ростов-на Дону: Феникс. – 1997. – 305 с.

Меерсон, Ф.З. Антиоксидантные факторы организма как система естественной профилактики стрессорных повреждений / Ф.З. Меерсон // Физиология адаптационных процессов. – М., 1986. – С. 607–619.

Международный семинар по производству соевых продуктов // Пищевая промышленность. – 2001. – № 4. – С. 14–15.

Мелик-Саркисян, С.С. Роль гемопротеидов в симбиотической фиксации молекулярного азота / С.С. Мелик-Саркисян // Биологическая фиксация молекулярного азота: материалы 6-го Всесоюзного Баховского коллоквиума. – Киев: Наукова думка, 1983. – С. 136–137.

Мельникова, Н.Н. Влияние лектинов семян сои на формирование и функционирование бобово-ризобиального симбиоза / Н.Н. Мельникова, Н.В. Ковальчук, С.Я. Коць, Л.И. Мусатенко // Физиология и биохимия культурных растений. – 2009. – Т. 41. – № 5. – С. 439–445.

Мессина, М. Обыкновенная соя и ваше здоровье / М. Мессина, В. Мессина, К. Сетчелл // Майкоп: ассоциация «АССОЯ», 1995. – 203 с.

Метлицкий, А.В. Некоторые вопросы эволюции паразитизма и иммунитета растений / А.В. Метлицкий, К.С. Ахвледиани // Биохимические основы защиты растений. – М.: Наука, 1966.

Мецлер, Д. Биохимия / Д. Мецлер. – М.: Мир, 1980. – Т. 1. – С. 379, 407.

Мещерякова, В.А. Соя в лечебно-профилактическом питании / В.А. Мещерякова // Пищевая промышленность. – 2002. – № 8. – С. 48–49.

Мещерякова, В.А. Соя в лечебно-профилактическом питании / В.А. Мещерякова // Пищевая промышленность. – 2002. – № 8. – С. 48–49.

Микляшевски, П. «Монгуция» – полный ассортимент соевых белков / П. Микляшевски, В.В. Прянишников, А.Н. Пестова и др. // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2003. – № 1. – С. 16–18.

Мильто, Н.И. Клубеньковые бактерии и продуктивность бобовых растений / Н.И. Мильто. – Минск, 1982. – 296 с.

Минделл, Эрл. Справочник по витаминам и минеральным веществам / Эрл. Минделл. – М.: Медицина и питание, 1997. – 320 с.

Михеева, Г.А. Разработка специализированных продуктов питания для беременных и кормящих женщин / Г.А. Михеева, В.Б. Спиричев Л.Н. Шатнюк // Функциональные продукты питания: гигиенические аспекты и безопасность: материалы Междунар. конф. 26-30 мая 2003 г. (Кубань, 2003). – Краснодар: КубГАУ. – 2003. – С. 110–112.

Модич, П. Научно-практическая конференция «Соя и здоровье – 2002» / П. Модич // Пищевая промышленность. – 2002. – № 8. – С. 45.

Молодцов, Г.П. Соевый белок в рационе свиней / Г.П. Молодцов // Земля Сибири. – 1987. – № 12. – С. 44–45.

Монари, С. Справочник по использованию необезжиренной (полножирной) сои в кормлении животных, птиц и рыб / С. Монари, Д. Уайзмен. – М.: Американская соевая ассоциация, 1993. – 44 с.

Мосов, А.В. Пищевые жиры и жировые продукты в питании детей и подростков / А.В. Мосов // Масла и жиры. – 2007. – № 4 (74). – С. 3–4.

Мосолов, В.В. Природные ингибиторы протеолитических ферментов / В.В. Мосолов // Успехи биологической химии. – М.: Наука, 1982. – Т. 22. – С. 100–114.

Мосолов, В.В. Растительные белки-ингибиторы ферментов / В.В. Мосолов // Растительные белки и их биосинтез. АНСССР. – М.: Наука, 1975. – С. 172–184.

Мосолов, В.В. Растительные белковые ингибиторы протеолитических ферментов / В.В. Мосолов, Т.А. Валуева. – М.: Наука, 1983. – 207 с.

Мощинецкий, А. Белое молоко от зеленой коровы / А. Мощинецкий //URL:http/www.COYA/VESTI_RU. htm. – 5 с.

Мякушко, Ю.П. Соя / Ю.П. Мякушко, В.Ф. Баранов. – М.: Колос, 1984. – 332 с.

Мякушко, Ю.П. Методические указания по селекции и семеноводству сои / Ю.П. Мякушко, Н.Д. Лунин, Д.В. Подкина, А.В. Кочегура. – М., 1981. – 35 с.

Надиров, Н.К. Токоферолы и их использование в медицине и сельском хозяйстве Н.К. Надиров. – М.: Наука, 1991. – 336 с.

Назаренко, С.В. Биохимическая и технологическая оценка качества соевых семян в связи с их комплексной переработкой / С.В. Назаренко // Автореф. дис. … канд. техн. наук. – Краснодар: КубГТУ, 2001. – 24 с.

Назаренко, С.В. Использование препарата термостабильной амилазы при производстве соевого концентрата / С.В. Назаренко // Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию (Краснодар, 19-22 сент. 2000 г): тезисы докладов Междунар. науч. конф.– Краснодар: КубГТУ, 2000. – 364 с.

Назаренко, С.В. Способы получения соевой пищевой муки / С.В. Назаренко, В.Г. Лобанов // Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию (Краснодар, 19–22 сент. 2000 г.): тезисы докладов Междунар. науч. конф. – Краснодар: КубГТУ, 2000. – 364 с.

Назаренко, С.В. Оценка качества соевых семян / С.В. Назаренко, В.С. Петибская, И.В. Шведов // Повышение продуктивности сои: сб. науч. работ ВНИИМК. – Краснодар, 2000. – С. 117–123.

Назаренко, С.С. К вопросу утилизации семенной оболочки сои / С.С. Назаренко, Е.В. Щербакова // Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию: тезисы докладов Междунар. науч. конф. – Краснодар, 2000. – 490 с.

Назаров, Н.И. Изолят соевого белка – обогатитель макарон / Н.И. Назаров, Н.Н. Шебершнева, В.Н. Красильников, Н.А. Рудакова // Труды ВНИИЖ. – Л., 1974. – Вып. 31. – С. 26–30.

Насека, Н.П. Соевые продукты в свиноводстве / Н.П. Насека, Л.Ф. Величко, В.И. Комлацкий // Актуальные проблемы научного обеспечения увеличения производства, повышения качества кормов и эффективного их использования: сб. тезисов докладов Междунар. научн.-практ. конф. 15–16 мая 2001 г.– Краснодар: КубГАУ, 2001. – С. 187–189.

Невмыванный, С.Л. Разработка биотехнологии пробиотических продуктов на основании продуктов переработки сои / С.Л. Невмыванный, Л.В. Капрельянц // Функциональные продукты питания. (Кубань, 2001): тезисы Междунар. конф. – Краснодар, 2001. – С. 108–109.

Необезжиренная соя для свиней и домашней птицы. Рекламный проспект Американской соевой ассоциации. – Вена. Австрия.

Некрасова, Т.Э. Тенденции в области функциональных продуктов / Т.Э. Некрасова // Масла и жиры. – 2005. – № 11(57). – С. 2–4.

Нетребенко, О.К. Обзор материалов VIII Европейской конференции по питанию / О.К. Нетребенко, Е.В. Назарова // Вопросы питания. – 1999. – Т. 68. – С. 41–44.

Нечаев, А.П. Научные основы технологий получения функциональных жировых продуктов нового поколения / А.П. Нечаев // Масла и жиры. – 2007. – № 8. – С. 26–27.

Нечаев, А.П. Растительные масла функционального назначения / А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова // Масложировая промышленность. – 2005. – № 3. – С. 20–21.

Нечаев, А.П. Майонезы для здорового питания / А.П. Нечаев, С.Ю. Утешева, А.А. Кочеткова, Д.В. Карпухин, Н.Е. Елисеева // Масложировая промышленность. – 2005. – № 4. – С. 33–35.

Обербайм, К. Витамины-целители (пер. с нем.) / К. Обербайм // Изд. газеты «Вечерний Минск».

О сое. Соя в России. URL:http//www.COYA/Интер – Соя. htm. – 2 с.

Овечкин, А.Б. Масложировой комплекс России: новые аспекты развития / А.Б. Овечкин, В.И. Дашевский, В.С. Иунихина и др. // Масложировая промышленность. – 2004. – № 3. – С. 4–5.

Онищенко, Г.Г. Современные подходы к оценке безопасности генетически модифицированных источников пищи. Опыт изучения соевых бобов линии 40-3-2 / Г.Г. Онищенко, В.А. Тутельян, А.И. Петухов, А.А. Королев, И.Н. Аксюк, Е.Ю. Сорокина // Вопросы питания. – 1999. – № 5–6. – С. 3–8.

Остроумов, Л.А. Функциональные свойства улучшителей качества комбинированных молочных продуктов / Л.А. Остроумов, С.Р. Царегородцева, С.Ю. Проскеков // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001. – № 2–3. – С. 38–39.

Офицеров, Е.Н. Амарант – источник биогенного кальция / Е.Н. Офицеров, В.Н. Зеленков, Л.А. Михеева // Аграрная Россия. – 2001. – № 6. – С. 52–54.

Обязательная маркировка // Сфера. Информационно-аналитический журнал.– С-Пб., 2004. – № 18. – С. 11.

Павлов, А.В. Производство и использование соевого белка в молочной промышленности / А.В. Павлов, А.М. Колодкин, Л.И. Линецкая // Обзорная информация АгроНИИТЭИММП. Сер. Молочная промышленность. – 1988. – 32 с.

Павлова, Г.Н. Новые нестерилизуемые продукты на основе растительного белка сои / Г.Н. Павлова, Л.Д. Ерашова, Р.С. Ермоленко, Л.А. Алехина, Л.В. Артюх // Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию: Междунар. науч. конф. 19–22 сентября 2000 г. – Краснодар, 2000. – 364 с.

Павлоцкая, Л.Ф. Физиология питания / Л.Ф. Павлоцкая, Н.В. Дуденко, М.М. Эйдельман. – М.: Высшая школа, 1989. – 365 с.

Пат. 2168907 Россия, МПК[7] А 23 J 1 / 14. Способ получения соевого концентрата / С.В. Назаренко; заявитель и патентообладатель КубГТУ. № 2000119337 / 13; Заявл. 19.07.2000; Опубл. 20.06.2001. Рус.

Пахомов, А.Н. Экспериментальное обоснование создания функциональных пищевых продуктов и БАД на основе растительного сырья / А.Н. Пахомов, О.В. Ясюк, Ю.И. Марковский, П.Г. Рудась, В.И. Мартовщук // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – № 2–3. – С. 15–18.

Пащенко, Л.П. Некоторые показатели липид-белковых комплексов из растительного сырья / Л.П. Пащенко, Е.А. Назинцева,

С.И. Кузьмина // Известия вузов. Пищевая технология. – 1996. – № 5–6. – С. 15–16.

Пейве, Я.В. Гемоглобин в клубеньках бобовых культур. Микроэлементы и фиксация молекулярного азота / Я.В. Пейве, Г.Я. Жизневская // Известия АН СССР. – Сер. биол. – 1966. – Вып. 4. – С. 644–652.

Пекеньо, Х.П. Производство и переработка соевых бобов / Х.П. Пекеньо, М.Ш. Бегеулов // Аграрная наука. – 2002. – № 2. – С. 15–16.

Перестова, Т.А. Твердосемянность сои / Т.А. Перестова, Л.Б. Севастьянова // Сб. науч. тр. ВНИИМК. – 1989. – С. 39–55.

Перкинс, Э.Г. Состав и физические характеристики соевых продуктов / Э.Г. Перкинс // Руководство по переработке и использованию сои: пер. с англ. В.В. Ключкина, М.Л. Доморощенковой. – М.: Колос, 1998. – С. 18.

Перова, Н. Как снизить холестерин / Н. Перова // 60 лет – не возраст. – 2009. – № 5. – С. 10–17.

Першикова, А.А. Ферментированные продукты на соевой основе / А.А. Першикова, Л.В. Гапонова, О.В. Рыбальченко // Материалы межд. науч. конф. (19-22 сент. 2000 г.): Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию. – Краснодар: КубГТУ, 2000. – С. 298–299.

Першин, Б.Б. Иммунологический прогноз эффективности соевого питания / Б.Б. Першин, С.Н. Кузьмин, А.Н. Череднеев, Д.В. и др. // Вопросы питания. – 1999. – № 4. – С. 14–20.

*Петибская, В.С***.** Биохимия сои // Соя: биология и технология возделывания / Под ред. В.Ф. Баранова и В.М. Лукомца. – Краснодар, 2005. – С. 80–135.

Петибская, В.С. Улучшение потребительских свойств семян сои / В.С. Петибская // Материалы Междунар. конф., посвященной 90-летию ВНИИМК: сб. науч. трудов ВНИИМК. – Краснодар, 2003. – С. 116–125.

Петибская, В.С. Соя: качество, использование, производство / В.С. Петибская, В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов. – М.: Аграрная наука, 2001. – 64 с.

Петибская, В.С. Влияние биохимического состава семян сои на эффективность их использования при кормлении перепелов / В.С. Петибская, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, А.И. Петенко, О.В. Кощаева, А.Г. Кошаев // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2003. – Вып. 2 (129). – С. 75–78.

Петибская, В.С. Питательная ценность соевых проростков / В.С. Петибская, Е.Г. Ефремова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2005. – № 1. – С. 36–39.

Петибская, В.С. Пути снижения трипсинингибирующей активности сои / В.С. Петибская // Известия вузов. Пищевая технология. – 2000. – № 1. – С. 6–8.

Петибская, В.С. Сортовая изменчивость активности различных фракций ингибиторов трипсина в семенах сои / В.С. Петибская // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1997. – Вып. 118. – С. 61–62.

Петибская, В.С. Соя – сырьё для создания функциональных продуктов питания / В.С. Петибская // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2002. – Вып. 126. – С. 76–83.

Петибская, В.С. Определение азотфиксирующей способности сои ацетиленовым и легоглобиновым методами / В.С. Петибская, Н.Е. Гвоздикова, П.А. Каленов и др. // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1995. – Вып. 116. – С. 66–70.

Петибская, В.С. Способ производства консервов из сои / В.С. Петибская, Л.Д. Ерашова, Р.С. Ермоленко, Г.П. Павлова, Л.А. Алехина, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов // Патент N2105482, приоритет от 01.12.95. Зарегистрирован в Гос. реестре изобретений 27.02.98.

Петибская, В.С. Влияние азотосодержащих соединений в семенах сои на качество соевых продуктов / В.С. Петибская, Е.Г. Ефремова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2003. – № 5–6. – С. 33–35.

Петибская, В.С. Выбор сырья для производства соевых белковых продуктов / В.С. Петибская, Е.Г. Ефремова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2003. – № 4. – С. 109.

Петибская, В.С. Пригодность различных сортов и линий сои для производства соевых молочных продуктов / В.С. Петибская, Е.Г. Ефремова // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2003. – Вып. 1 (128). – С. 78–82.

Петибская, В.С. Роль качества семян сои в создании функциональных продуктов питания / В.С. Петибская, Е.Г. Ефремова

// Функциональные продукты питания: гигиенические аспекты и безопасность: материалы Междунар. конф. – Краснодар, 2003. – С. 130–133.

Петибская, В.С. Кормовая ценность семян различных сортов сои / В.С. Петибская // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2004. – Вып. 1(130). – С. 87–89.

Петибская, В.С. Повышение питательной ценности соевых продуктов / В.С. Петибская // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1997. – Вып. 118. – С. 71–74.

Петибская, В.С. О перспективах повышения питательной ценности сои при селекции на низкую трипсинингибирующую активность / В.С. Петибская, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, О.М. Шабалта, П.А. Каленов // Сельскохозяйственная биология. – 1998. – № 1. – С. 63–66.

Петибская, В.С. Влияние биологических особенностей сорта и условий выращивания сои на биохимический состав семян / В.С. Петибская, С.В. Назаренко, В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура // Извести вузов. Пищевая технология. – 2000. – № 4. – С.14–18.

Петибская, В.С. Связь физиолого-биохимических особенностей различных сортов сои с устойчивостью к паутинному клещу / В.С. Петибская, О.М. Шабалта, П.А. Каленов // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1995. – Вып. 116. – С. 71–75.

Петибская, В.С. Повышение биологической ценности семян сои пищевого назначения / В.С. Петибская, О.М. Шабалта, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов // Известия вузов. Пищевая технология. – 1997. –№ 2–3. – С. 19–22.

*Питер Д`Адамо*. 4 группы крови – 4 пути к здоровью: пер. с англ. А.С. Зиновьева / Питер Д`Адамо, Кэтрин Уитни. – Изд. Попури, 2002. – 416 с.

Пищалев, В. Какие жиры нужны организму? / В. Пищалев // Будь здоров. – 2009. – № 7. – С. 28–34.

Пищевая химия / Под ред. А.П. Нечаева. – С-Пб.: Изд.-во ГИОРД, 2007. – 615 с.

Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков. – М., 1991. – 303 с.

Погорлецкая, В.Б. Ингибиторы протеиназ серой гнили из семян подсолнечника / В.Б. Погорлецкая // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1985. – Вып. 1(88). – С. 17–21.

Поздняков, В.Г. Современное состояние, проблемы возделывания и использования сои / В.Г. Поздняков, Г.С. Посыпанов // Соя. Научно-производственный справочник ЦНСХБ РАСХН. – М., 2000. – 212 с.

Поздняковский, В.М. Гигиенические основы питания и экспертизы продовольственных товаров / В.М. Поздняковский. – Новосибирск: Изд.-во Новосибирского ун-та, 1996. – 430 с.

Поляченко, Н.С. Производство и использование белкового ферментированного продукта в консервной промышленности / Н.С. Поляченко, Е.С. Страшненко, Е.Н. Волков // ЦНИИИТЭИ пищевой промышленности. Серия: Консервная промышленность. – М., 1976. – 48 с.

Попов, П.С. Соединения, сопутствующие жиру и белку в семенах подсолнечника и других масличных культур / П.С. Попов, Н.С. Осик // Вопросы биохимии масличных культур в связи с задачами селекции: сб. науч. тр. ВНИИМК. – Краснодар, 1981. – С. 43–59.

Попов, П.С. Методы определения сопутствующих жиру веществ в семенах / П.С. Попов // Методические указания по определению биохимических показателей качества масла и семян масличных культур. – 1986. – С. 37–41.

Потребность птицы в питательных веществах // Национальный исследовательский совет США: пер. с англ. И.В. Щенниковой, О.В. Лищенко. – М.: Колос, 2000. – 255 с.

Потребность свиней в питательных веществах // Национальный исследовательский совет США: пер. с англ. – М.: Колос, 1997 – С. 74–75.

Потявина, Е. Как укрепить иммунитет? / Е. Потявина // 60 лет – не возраст. – 2010. – № 9. – С. 11–14.

Преображенский, В. Очищение и лечение соей / В. Преображенский. – Ростов-на-Дону: БАРО-ПРЕСС, 2002. – 32 с.

Приходько, О.В. Биологическая ценность сухих молочно-соевых смесей с фитодобавками / О.В. Приходько, А.И. Гаманченко, Н.В. Ильишина, В.Г. Лобанов // Функциональные продукты питания (Кубань, 2001): тезисы Междунар. конф. – КубГАУ, 2001. – С. 55–56.

Продовольственное сырье и пищевые продукты // Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного

сырья и пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.560-96. – М.: Изд.-во Стандартов, 1997. – 270 с.

Продукция компании «Frutarom» для пищевых продуктов с использованием соевого белка // Пищевая промышленность. – 2001. – № 4. – С.19.

Промышленное производство пищевых форм соевых белков за рубежом // Масложировая промышленность. Обзорная информация. – М.: Пищевая промышленность, 1988. – 31 с.

Пряниишников, В.В. Соевые концентраты и текстураты в мясоперерабатывающей промышленности / В.В. Прянишников, П. Микляшевский, М.В. Ярошенко // Пищевая промышленность. – 2001. – № 4. – С. 11.

Разоренова, Е.Е. Физиолого-биохимические особенности зерна сои / Е.Е. Разоренова, Г.П. Копышева, Н.А. Суркова, Л.В. Трусова, Н.В. Корниенко // Труды центральной научно-исследовательской лаборатории по переработке сои. Пищевое и техническое использование сои. – М., 1940. – Вып. 1–2. – С. 7–11.

Ратошный, А.Н. Влияние полножирной сои и соевого шрота в составе БВМД на продуктивность коров / А.Н. Ратошный // Актуальные проблемы научного обеспечения увеличения производства, повышения качества кормов и эффективного их использования: сб. тезисов докладов на Междунар. науч.-практ. конф. 15–16 мая 2001 г. – Краснодар: КубГАУ, 2001. – С. 101–102.

Рекомендации СКНИИЖ. Способы обработки соевых бобов непосредственно в хозяйствах / В.Г. Рядчиков, А.Е. Чиков, А.Н. Ульянов. – М., 1988. – 33 с.

Ржехин, В.П. К изучению превращения белковых веществ масличных семян при действии на них тепла и других агентов / В.П. Ржехин, В.Н. Красильников // Труды ВНИИЖ. – Л., 1963. – Вып. 23. – С. 32–50.

Ржехин, В.П. Электронные спектры водных вытяжек из обезжиренной соевой муки и муки, подвергнутой влаготепловой обработке / В.П. Ржехин, В.Н. Красильников // Труды ВНИИЖ. – Л., 1967. – Вып. 26. – С. 168–175.

Ригер, А.Н. Итоги работ и задачи по увеличению производства и повышению качества кормов на полевых землях / А.Н. Ригер // Актуальные проблемы научного обеспечения увеличения производства, повышения качества кормов и эффективного их использования: сб. тезисов докладов на Междунар. науч.-практ. конф. 15–16 мая 2001 г. – Краснодар, 2001. – С. 11–12.

Родионова, Н.С. Особенности структурообразования в молочно-крахмальных композициях / Н.С. Родионова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2000. – № 5–6. – С. 35–38.

Родоман, В.Е. Решение проблемы туберкулеза легких в Москве и России / В.Е. Родоман // Пробиотики и пробиотические продукты в профилактике и лечении наиболее распространенных заболеваний человека: материалы 2-й Междунар. конф. – М., 1999. – С. 37.

Романов, В.И. Энергетика симбиотической азотфиксации у бобовых и ее связь с фотосинтезом / В.И. Романов // Молекулярные механизмы усвоения азота растениями. – М.: Наука, 1983. – С. 147–154.

Романов, В.И. Взаимосвязь процессов азотфиксации и фотосинтеза в бобовом растении / В.И. Романов // Биологическая фиксация молекулярного азота: материалы 6-го Всесоюзного Баховского коллоквиума. – Киев: Наукова думка, 1983. – С. 147–154.

Романова, Е. Хром и молибден / Е. Романова // 60 лет – не возраст. – 2008. – № 8. – С. 18–22.

Романова, Л.В. Ферментативная активность соевого шрота, полученного разными способами / Л.В. Романова, Ф.А. Вишнепольская, Н.А. Сазыкина // Труды ВНИИЖ. – Л., 1963. – Вып. 24. – С. 90–93.

Рудавская, А.Б. Использование сои в биологически полноценных сырьевых компонентах / А.Б. Рудавская, Н.В. Притульская // Пищевая промышленность. – 2001. – № 4. – С. 18.

Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / Под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: Брандес, Медицина, 1998. – 340 с.

Руководство по методам исследования, технохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / Под ред. В.П. Ржехина и А.Г.Сергеева. – Л.: ВНИИЖ, 1965. – Т. 2. – Кн. 1. – 420 с.

Руководство по методам исследования, технохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленно-

сти / Под ред. В.П. Ржехина и А.Г. Сергеева. – Л.: ВНИИЖ, 1967. – Т. 1. – 596 с.

Руководство по технологии получения и переработке растительных масел и жиров / Под ред. А.Г. Сергеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: ВНИИЖ, 1975. – Т. 1. – Кн. 1. – 726 с.

Рыжков, Г.Г. Основы стандартизации в элеваторной, мукомольной и комбикормовой промышленности / Г.Г. Рыжков, П.М. Шеврыгин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 288 с.

Рязанова, О.А. Продукты специального назначения на основе сои / О.А. Рязанова, В.М. Поздняковский, А.А. Шевелева // Пищевая промышленность. – 2002. – № 8. – С. 42–43.

Садовой, В.В. Соевая пищевая окара в композиционных рецептурах мясных изделий / В.В. Садовой, В.А. Самылина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2005. – № 1. – С. 46–48.

Салаватулина, Р.М. Мясные продукты для здорового питания на основе соевых белков / Р.М. Салаватулина // Мясная индустрия. – 1996. – № 4. – С. 17–18.

Салун, И.П. Соя, ее использование и характеристика районированных сортов / И.П. Салун, И.П. Просандеева // ЦНИИИТЭИПП. Мин. пищ. пром. СССР. – М., 1970.

Самохина, Н. Тайна бобового зерна / Н. Самохина // Будь здоров. – 2002. – № 6. – С. 19–24.

Самсонов, М.А. Значение жира в лечебном питании / М.А. Самсонов, Е.А. Беюл // Сб. науч. тр. АМН. Институт питания: Теоретические и клинические аспекты науки о питании. – М., 1982. – Т. 3. – С. 143–170.

Сергеев, А.Г. Увеличение кормовых ресурсов для животноводства / А.Г. Сергеев // Экономика сельскохозяйственных перерабатывающих предприятий. – 1988. – № 10. – С. 31–33.

Сергеев, В.Н. Продовольственная проблема России / В.Н. Сергеев // Пищевая промышленность. – 2000. – № 7. – С. 28–30.

Серкл, С. Функциональные свойства промышленных пищевых белковых продуктов из сои / С. Серкл, А. Смит // Белки семян зерновых и масличных культур: под ред. Дж. Инглетт. – М.: Колос, 1983. – С. 15.

Сеферова, И.В. Потенциал сои зернового и кормового направлений использования / И.В. Сеферова, М.А. Никишкина // Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005–2010 гг.: Сб. статей координационного совещания (Краснодар, 8–9 сентября 2004 г.). – Краснодар, 2004. – С. 59–66.

Сибирцев, А.И. Исследование физико-химических свойств соевой муки / А.И. Сибирцев // Труды ВНИИЖ. – Л., 1967. – Вып. 26. – С. 158–167.

Сибирцев, А.И. К вопросу о выборе режима дезодорации пищевого соевого шрота / А.И. Сибирцев, В.В. Ключкин, Н.И. Пилюк // Труды ВНИИЖ. – Л., 1967. – Вып. 26. – С. 147–157.

Силаева, Т.П. Трансгенные пищевые продукты: риск и перспективы / Т.П. Силаева, А.А. Кочеткова, А.Ю. Колесникова // Пищевая промышленность. – 1999. – № 10. – С. 14–15.

Сичкарь, В.И. Содержание, характеристика и генетические особенности ингибиторов трипсина в зерне сои в связи с селекцией на улучшение питательных качеств / В.И. Сичкарь // Протеолитические ферменты и их ингибиторы в семенах зерновых и зернобобовых культур: сб. науч. тр. ВСГИ. – Одесса, 1982. – С. 55–60.

Сичкарь, В.И. Активность ингибиторов трипсина и химотрипсина у форм сои с различной повреждаемостью зерна акациевой огневкой / В.И. Сичкарь, А.П. Левицкий, О.А. Грикун, В.Н. Лобко, В.Ф. Марьюшкин // Бюллетень НТИ ВСГИ. – Одесса, 1983. – № 1(47). – С. 37–38.

Сичкарь, В.И. Морфологические особенности форм сои, устойчивых к акациевой огневке / В.И. Сичкарь, Н.В. Лопатина, О.А. Грикун // Сельскохозяйственная биология. – 1991. – № 1. – С. 162–169.

Сичкарь, В.И. Влияние погодных условий на формирование клубеньков у сои и их нитрогеназную активность / В.И. Сичкарь, А.П. Луговой, А.В. Князев, В.Ф. Патыка, Н.З. Толкачев // Физиология и биохимия культурных растений. – 1989. – Т. 21. – № 2 (119). – С. 135–140.

Склянская, Е. Ключ к здоровью / Е. Склянская // Будь здоров. – 2001. – № 1. – С. 44–48.

Скрынник, Е.Б. Продовольственная безопасность – стратегическая задача агропродовольственной политики России / Е.Б.

Скрынник // Пищевая промышленность. – 2009. – № 12. – С. 8–12.

Скурту, М.И. Соя – оптимальный режим питания / М.И. Скурту // Сельское хозяйство Молдавии. – 1983. – № 7. – С. 32–35.

Смородина, Н.И. Чудо-соя / Н.И. Смородина // Лучшие рецепты соевой кулинарии. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. – 224 с.

Соевые белковые продукты. Характеристики, питательные свойства и применение / Под ред. Джозефа Дж. Эндрес. – М.: Макцентр, 2002. – 77 с.

Соевое масло. Практические рекомендации по стоимости, качеству, хранению. Американская соевая ассоциация. – Вена, 1998. – 22 с.

Соевые продукты ЗАО «Техномол Пищевые Продукты» // Пищевая промышленность. – 2002. – № 4. – С. 58–59.

Соевые продукты марки «Соя Вита» // Пищевая промышленность. – 2002. – № 4. – С. 53–54.

Соколов, М.С. Потенциальный риск возделывания трансгенных растений и потребление их урожая / М.С. Соколов, А.И. Марченко // Сельскохозяйственная биология. – 2002. – № 5. – С. 3–22.

Соколов, С.М. К дискуссии о перспективах Российской генетически модифицированной сои / С.М. Соколов, А.А. Решетников // Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005–2010 гг.: сб. статей координационного совещания 8–9 сентября 2004 г. – Краснодар, 2004. – С. 92–93.

Соловьева, В.А. Очищение кишечника: действенные методы / В.А. Соловьева. – С-Пб.: Нева, М: «ОЛМА-ПРЕСС», 2003. – 125 с.

Соломадина, Л.В. Требования ФАО/ВОЗ и ЕС к составу продуктов для детей первого года жизни / Л.В. Соломадина, Г.Ю. Сажинов // Пищевая промышленность. – 1997. – № 6. – С. 25–26.

Соломинцев, М.В. Определение активности ингибиторов протеолитических ферментов в пищевых продуктах / М.В. Соломинцев, М.П. Могильный // Известия вузов. Пищевая технология. – 2009. – № 1. – С. 13–16.

Соя: биология и технология возделывания / Под ред. В.Ф. Баранова, В.М. Лукомца. – Краснодар, 2005. – 433 с.

Соя. Новые сорта и технологии. ВНИИМК. Компания «СОКО». – 11 с.

Соя бывает разная: твердая, жидкая, майонезообразная // URL:http:WWW.COYA\ helth_2. htm. – 2 с.

Соя / Под ред. Ю.П. Мякушко, В.Ф. Баранова. – М.: Колос, 1984. – 332 с.

Склянская, Е. Ключ к здоровью / Е. Склянская // Будь здоров. – 2001. – С. 44–48.

Спецакова, И.Д. Исследование изменений компонентного состава углеводов сои при технологической обработке семян / И.Д. Спецакова, М.Д. Доморощенкова, Т.Ф. Демьяненко, В.В. Ключкин // Прогрессивные экологически безопасные технологии хранения и комплексной переработки с.-х. продукции для создания продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности: тезисы докладов 2-й Всерос. науч.-техн. конф. 1–4 октября 1996 г. – Углич, 1996. – С. 594.

Спиричев, В.Б. Обогащение продуктов детского питания витаминами / В.Б. Спиричев // Пищевая промышленность. – 1997. – № 6. – С. 8–9.

Спиричев, В.Б. Коррекция дефицита микронутриентов в России – опыт и перспективы / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, О.В. Большакова, Н.Д. Войткевич // Пищевая промышленность. – 2000. – № 4. – С. 57–59.

Справочник по диетологии / Под ред. А.А. Покровского, М.А. Самсонова. – М.: Медицина, 1981. – 704 с.

Старченков, Е.П. Проблема симбиотической азотфиксации: народнохозяйственное значение, достижения и перспективы исследований / Е.П. Старченков // Физиология и биохимия культурных растений. – 1996. – Т. 28. – № 1–2. – С. 36–52.

Степуро, М.В. Влияние структурной модификации белков подсолнечника на биологическую ценность и функциональные свойства получаемых на их основе белковых пищевых продуктов / М.В. Степуро // Дис. … канд. техн. наук. – Краснодар: КубГТУ, 2006. – 140 с.

Степчков, К.А. Использование сои в пищеконцентратной промышленности / К.А. Степчков, Е.Н. Волков // ЦИНТИППГКПП. – М., 1965. – 19 с.

Сытников, Д.М. Участие лектинов в физиологических процессах растений / Д.М. Сытников, С.Я. Коць // Физиология и биохимия культурных растений. – 2009. – Т. 41. – № 4. – С. 279–296.

26 Заказ 079

Текстурированная соя. Здоровое и сбалансированное питание – это долголетие // Сфера. Информационно-аналитический журнал. – С-Пб.: Изд. дом «Сфера», 2004 (URL:http:www/COYA/ Текстурированная соя. htm. – 2 с.).

Технология и оборудование для приготовления и использования кормового соевого молока // Департамент сельского хозяйства и продовольствия Краснодарского края / КубГАУ. – Краснодар, 2001. – 20 с.

Тимофеенко, Т.И. Научно-практические основы конструирования продуктов фосфолипидной природы для функционального питания / Тимофеенко Т.И. // Автореф. дисс. … д-ра техн. наук. – Краснодар, 2000. – 48 с.

Тимошенко, Ю.А. Лецитин в производстве функциональных жировых продуктов / Ю.А. Тимошенко, В.Н. Красильников // Масла и жиры. – 2007. – № 11. – С.14–15.

Тишков, Н.М. Продуктивность сои при некорневой подкормке растений микроудобрениями и обработке регуляторами роста на черноземе выщелоченном / Н.М. Тишков, Н.Г. Михайлюченко, А.А. Дряхлов // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2007. – Вып. № 2 (137). – С. 91–98.

Токарев, В.П. Гигроскопические и физико-химические свойства семян районированных сортов сои / В.П. Токарев // Бюллетень НТИ ВАСХНИЛ. – 1972. – Вып. 3. – С. 26–31.

Толстогузов, В.Б. Новые формы белковой пищи / В.Б. Толстогузов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.

Тринус, Ф.П. Фармакотерапевтический справочник / Ф.П. Тринус. – Киев: Здоровье, 1977. – 288 с.

Труфанов, А.В. Биохимия и физиология витаминов и антивитаминов / А.В. Труфанов. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1959. – 653 с.

Турбин, В.А. Технология производства фруктово-соевых напитков / В.А. Турбин, Т.А. Дещеня // Функциональные продукты питания: гигиенические аспекты и безопасность: материалы Междунар. конф. 26–30 мая 2003 г. (Кубань, 2003). – Краснодар: КубГАУ, 2003. – С. 153–154.

Тутельян, В.А. К вопросу коррекции дефицита микронутриентов с целью улучшения питания и здоровья детского и взрослого населения на пороге третьего тысячелетия / В.А. Тутельян // Вопросы питания. – 2000. – № 4. – С. 6–7.

Тутельян, В.А. Трансгенные растения как продовольственное сырье: медико-биологическая оценка / В.А. Тутельян // Трансгенные растения – новое направление в биологической защите растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (ВНИИБЗР, Краснодар, 19–22 июня 2002 г.). – Краснодар, 2003. – С. 105–109.

Тутельян, В.А. Медико-биологическая оценка безопасности белкового концентрата, полученного из генетически модифицированной сои. Биохимические исследования / В.А. Тутельян, Л.В. Кравченко, Н.В. Лашнева, Л.И. Авреньева и др. // Вопросы питания. – 1999. – № 5–6. – С. 9–11.

Тютюнников, Б.Н. Химия жиров / Б.Н. Тютюнников. – М.: Колос, 1992. – 448 с.

Умаров, М.М. Ассоциативная азотфиксация / М.М. Умаров. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 131 с.

Устюжанин, А.П. Выступление президента Российского соевого союза (10 февраля 2006 г.) / А.П. Устюжанин // Селекция и агротехнология сортов сои северного экотипа: сб. матер. науч.-практ. конф. 28 июня 2006 г. – Воронеж, 2006. – С. 7–13.

Урман, И.Р. Соя – любовь моя / И.Р. Урман // URL:http:// WWW.COYA.htm 09.09.00.

Файвишевский, М.Л. Белково-жировые эмульсии на основе белков растительного происхождения и новых ПАВ / М.Л. Файвишевский, Т.Ю. Гребенщикова, В.Б. Крылова, О.Д. Кюрегян, А.Н. Лисицын // Хранение и переработка сельхоз. сырья. – 2000. – № 6. – С. 29–32.

Фальк, Е.Ю. К вопросу о содержании радиоактивных изотопов стронция-90 и цезия-137 в изоляте белка, получаемом из соевого шрота щелочной экстракцией / Е.Ю. Фальк, Б.Б. Гительман // Труды ВНИИЖ. – Л., 1974. – Вып. 31. – С. 43–45.

Фрампольская, Т.В. Бифидогенные свойства соевой сыворотки / Т.В. Фрампольская, А.М. Лунев, Е.В. Семкович // Функциональные продукты питания (Кубань, 2001): тезисы Междунар. конф. – Краснодар, 2001. – С. 157–158.

Харитонов, В.Д. Пищевые и кормовые белковые концентраты / В.Д. Харитонов, В.А. Асафанов, В.Я. Грановский // Молочная и мясная промышленность. – 1989. – № 6. – С. 15–18.

Харченко, Л.Н. Использование метода газожидкостной хроматографии для массовых анализов жирнокислотного состава масла / Л.Н. Харченко // Сб. науч. работ отдела биохимии ВНИИМК. – 1973. – С. 16–31.

Химический состав пищевых продуктов: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. М.Ф. Нестерина, И.М. Скурихина. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 248 с.

Химия и биохимия бобовых растений: пер. с англ. / Под ред. М.Н. Запрометова. – М.: Агропромиздат, 1986.

Цикуниб, А.Д. Производство соевого молока, обогащенного йодом, для профилактики эндемического зоба / А.Д. Цикуниб // Известия вузов. Пищевая технология. – 1999. – № 1. – С. 40–41.

Цикуниб, А.Д. О биологической ценности белков сои / А.Д. Цикуниб, Е.В. Щербакова, Е.Г. Ефремова // Наука – XXI веку: материалы второй междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, докторантов и молодых ученых. – Майкоп, 2002. – С. 171.

Цыганова, Т.Б. Разработка соевого белково-липидного комплекса для производства мучных изделий лечебно-профилактического назначения / Т.Б. Цыганова, Н.С. Конотоп, С.Я. Классина // Тезисы докладов Междунар. науч. конф.: Прогрессивные пищевые технологии – третьему тысячелетию (19–22 сентября). – Краснодар, 2000. – С. 304–305.

Чайка, И.К. Влияние технологических способов обработки на содержание ингибиторов трипсина в семенах сои / И.К. Чайка, Б.В. Егоров, А.П. Левицкий // Сб. научных трудов ВСГИ. – Одесса, 1982. – С. 73–76.

Чернышенко, П.В. Формирование урожайности сортов сои в зависимости от системы питания в условиях восточной части лесостепи Украины / П.В. Чернышенко // Масличные культуры: Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2009. – Вып. 1 (140). – С. 100–104.

Чикова, В.В. Соевые бобы и продукты их переработки в рационах радужной форели / В.В. Чикова // Актуальные проблемы научного обеспечения увеличения производства, повышения качества кормов и эффективного их использования: сб. тезисов докладов Междунар. науч.-практ. конф. 15–16 мая 2001 г. – Краснодар, 2001. – С. 208-209.

Чундерова, А.И. Влияние полиплоидии растения-хозяина на эффективность его симбиоза с Rhisobium / А.И. Чундерова, С.М. Алисова, Е.Г. Алексеева // Сборник научных трудов ВНИИ с.-х. биологии. – 1979. – Т. 48. – С. 137–143.

Шабалта, О.М. Методы оценки селекционного материала сои на повреждаемость паутинным клещем / О.М. Шабалта, В.С. Петибская // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар,1996. – Вып. 117. – С. 84–87.

Шабалта, О.М. Устойчивость сои к вредителям семян при хранении / О.М. Шабалта, В.С. Петибская // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1997. – Вып. 118. – С. 63–66.

Шабалта, О.М. Оценка селекционного материала сои на повреждаемость паутинным клещом / О.М. Шабалта, В.С. Петибская, А.В. Кочегура, С.В. Зеленцов, Е.Н. Трембак // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 1996. – Вып. 117. – С. 88–90.

Шабалта, О.М. Связь физиолого-биохимических особенностей различных сортов сои с устойчивостью к паутинному клещу / О.М. Шабалта, В.С. Петибская, П.А. Каленов // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 1995. – Вып. 116. – С. 71–75.

Шакирова, Ф.М. Влияние теплового стресса на динамику накопления АБК и лектина в клетках каллуса пшеницы / Ф.М. Шакирова, М.В. Безрукова, И.Ф. Шаяхметов // Физиология растений. – 1995. – Т. 42. – № 5. – С. 700–702.

Шатнюк, Л.Н. Научно-практические аспекты производства функциональных продуктов питания, обогащенных микронутриентами / Л.Н. Шатнюк // Функциональные продукты питания (Кубань, 2001): тезисы Междунар. конф. – Краснодар, 2001. – С. 142–143.

Шатнюк, Л.Н. Обогащение молочных продуктов микронутриентами / Л.Н. Шатнюк // Пищевая промышленность. – 2001. – № 9. – С 49–50.

*Шахрай, Т.*А. Разработка технологии и рецептур, устойчивых к окислению фосфолипидных продуктов диетического и лечебно-профилактического назначения / Т.А. Шахрай // Автореф. дис. … канд. техн. наук. – Краснодар, 1999. – 25 с.

Щелко, Л.Г. Соя. Масличные культуры для пищевого использования в России (проблемы селекции, сортимент) – СПб: ВИР, 1998. – С. 17–25.

Шершнев, Е.С. Соевые бобы – ключевое звено современного кормопроизводства и повышения качества питания человека / Е.С. Шершнев, А.А. Коротких, В.Г. Ларионов, Л.Д. Табагуа, М.Л. Мамиконян // Пищевая промышленность. – 1998. – № 8. – С. 36–38.

Шеуджен, А.Х. Биогеохимия / А.Х. Шеуджен. – Майкоп, 2003. – 1028 с.

Шмойлова, Т. Урожайность и симбиотическая активность сои в зависимости от применения минеральных и бактериальных удобрений / Т. Шмойлова, В. Федотов, О. Столяров // Международный сельскохозяйственный журнал. – М. – 2006. – № 1. – С. 49–50.

Шутко, А.Н. Применение нового лечебно-профилактического средства «Ламинолакт медовый» в комплексной терапии онкологических больных / А.Н. Шутко // Пробиотики и пробиотические продукты в профилактике и лечении наиболее распространенных заболеваний человека: материалы 2-й Междунар. конф. 21–23 апреля 1999. – М., 1999. – С. 41–42.

Щербаков, В.Г. Химия и биохимия переработки масличных семян / В.Г. Щербаков. – М.: Изд.-во Пищевая промышленность, 1977. – 168 с.

Щербаков, В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В.Г. Щербаков. – М.: ВО Агропромиздат, 1991. – 304 с.

Щербаков, В.Г. Лабораторный практикум по биохимии и товароведению масличного сырья. 2-е изд., перераб. и доп. / В.Г. Щербаков, С.Б. Иваницкий, В.Г. Лобанов. – М.: Колос, 1999. – 128 с.

Эммануэль, Н.М. Торможение процессов окисления жиров / Н.М. Эммануэль, Ю.Н. Лясковская.– М.: Пищепромиздат, 1961. – 359 с.

Эриксон, Д.Р. Рафинация соевого масла и утилизация отходов переработки: пер. с англ.: под ред. В.В. Ключкина и М.Л. Доморощенковой / Д.Р. Эриксон, К.Т. Зандер, Д.Б. Верфел. – М.: Колос, 1998. – С. 72–73.

Barsilay, M. Interaction of soybean agglutinin with human peripheral blood lymphocyte subpopulations: evidence for existence of lectin-like substance on the lymphocyte surface / M. Barsilay, M. Monsigny, N. Sharon // Lectins biol., biochem., clinical biochem. Proc. 4 lectin meeting. – Berlin, 1982. – V. 2. – P. 67–81.

Belew, M. The trypsin and chymotrypsin inhibitors in chick Peas. Purification and properties of the inhibitors / M. Belew, J. Porath, L. Sudberg // Eur. J. Biochem., 1975. – V. 60. – P. 247–258.

Bergensen, F.L., Goodchild, D.J. Austral, L. // Biol. Sci. – 1973. – V. 26. – N 4. – P. 729–756.

Birk, Y. Purification and same properties of a highly active inhibitor of trypsin and chymotrypsin from soybeans / Y. Birk // Biochim, Biophis. Acta. – 1961. – V. 54. – P. 378.

Birk, Y. Trypsin and chymortypsin from soybean. In "Methods in Enzymology" / Y. Birk // N.Y.–S.F.–L. Acad Press. – 1977. – V. 45. – P. 700–707.

Boatright, W.L. Compounds contributing to the «beany» odor of aqueous solutions of soy protein isolates / W.L. Boatright, Q. Lei // J. Food Sci. – 1999. – 64. – N 4. – P. 667–670.

Boue Stephen, M. Induction of the soybean phytoalexins coumestrol and glyceollin by Aspergillus / M. Boue Stephen, H. Carter Carol, C. Ehrlich Kenneth, E. Cleveland Tomas // J. Agr. And Food Chem. – 2000. – 48. – N 6. – P. 2167–2172.

Brooks, H. Applied and economic botany. The plant sciences now and in the coming decade / H. Brooks // Nat. Acad. Sci.-Nat. Res. Council Publ. – 1966. – N 14. – P. 100–114.

Cammue, *B.P.A*. Stress-induced accumulation of wheat germ agglutinin and abscisic acid in roots of wheat seedlings / B.P.A. Cammue, W.F. Broekaert, J.T.C. Kellens et al. // Plant Physiol. – 1989. – 91. – P. 1432–1435.

Carbohydrate/protein cream substitutes: Пат. 5536514 США, МПК[6] A 23 C 13 / 00 / Bishay Ihab E., Clark Deane R.; The NutraSweet Co. – № 438798; Заявл. 11.05.95; Опубл. 16.07.96; НПК 426/103.

Chen, *I.* Tripsin inhibitor in plants / I. Chen, H.L. Mitchell // Phytochemistry. – 1973. – V. 12. – P. 327–330.

Chung Hau Vin. Volotile components in fermented soybean (Glycine max) curds /*Chung Hau Vin* // J. Agr. Food Chem. – 1999. – 47. – N 7. – P. 2690–2696.

Congr. Proceed. 45th ICOMST. – 1–6 Aug. 1999. – Iocogama, Japan, 1999. – V. I–II.

Dazzo F.B. In: Cell surface: mediator development process. New York: Acad. Press / F.B. Dazzo. – 1980. – P. 277.

Dazzo F.B., Truchet G.L. Interaction of lectins and their saccharide receptors in the *Rhizobium*-legume symbiosis / F.B. Dazzo, G.L. Truchet // J. Membrane Biol. – 1983. – 73. – P. 1–16.

Doell, B.H. Trypsin inhibitor activity of conventional foods, which are part or the British diet and some soya products plant foods for human nutrition / B.H. Doell, C.J. Ebden, C.A. Smith // Plant foods for Human Nutrition. – 1981. – V. 31. – N 2. – P. 139–150.

Dubois, D.K. // J. Am. Oil Chem. Soc. / D.K. Dubois, N.J. Hoover– 1981. – 58. – P. 343.

Esspinosa, B. Cereal Lacteado Alimentaria / B. Esspinosa, G. Martinez, M. Cabrera, L. Chaang. – 2000. – 37. – N 310. – P. 89–90.

Evans, H.J. Hydrogen metabolism in the legume. Rhizobium symbiosis in nitrogen fixation / H.J. Evans, D.W. Emerich // Eds by W.E. Newton and W.H. Orme-Johnson. – 1980. – V. 2. – P. 69.

Fabrication de proteines te[turees: Пат. 689102 Швейцария, МПК[6] A 23 J 003 / 22, A 23 J 003 / 14 / Nico Ammann; Soc. Des Produits Neestle S.A. – № 00984 / 95; Заявл. 06.04.1995; Опубл. 15.10.1998.

Farine alimentaire enrichie en proteines: Заявка 2783402 Франция, МПК[7] A 21 D 2 / 26. Sunline Soc. Sarl, Tannier Valerie Christiane. № 9811762; Заявл. 21.09.1998; Опубл. 24.03.2000. Фр.

Friedman Mendel. Nutritional and health benefits of soy proteins (Western Regional Research Center, Agricultural Research Sevice, U.S / Department of Agriculture) / Mendel Friedman, L. Brandon Devid // J. Aqr. And Food Chem. – 2001. – 49. – N 3. – P. 1069–1086.

Garcia, M.C. Chemical characterization of commercial soybean products / M.C. Garcia, M.L. Marina, F. Laborda, M. Torre // Food Chem. – 1998. – 62. – N 3. – P. 325–331.

Ge, Y.C. The effect of trypsin inhibitor on the pancreas and small intestine of mice / Y.C. Ge, R.G.H. Morgan // Brit. J. Nutr. – 1993. – V. 70. – N 1. – P. 333–345.

Goldberg, I. Functional Foods. Chapman and Hall, NY / I. Goldberg. – 1994. – 572 p.

Graham, J. Accumulation of a metal – carboxipeptidase inhibitors in leaves of wounded plant potato / J. Graham, C. Ryan // Biochem. and Biophys. – 1981. – N 4. – P. 1164–1169.

Gugger Erie, T. Dueppen Daniel G., Archer Daniels M and Co. Production of isoflavone enriched fractions from soy protein extract. Pat 5702752. USA. МПК6 A23 L 1/20. 1996.

Hairleu Peter. FDA broadens DuPontỷs health claim on soy protein / Peter Hairleu // Chem. Week [МФИШ]. – 1998. – 160. – N 45. – P. 20.

Hardy, R.W. Soil Biol. Biochem / R.W. Hardy, R.G. Burns, R.D. Holsten. – 1973. – V. 5. – P. 47.

Hesseltine, C.W., Wang H.L. In Soybean: Chemistry and Technology, vol. 1, edited by A.K. Smith and S.J. Circle, AVI Publishing Co., Westport, CN. – 1972.

Hwang, D.L.R. // Plant Physiol / D.L.R. Hwang, W.K. Yang, D.E. Foard. – 1978. – V. 61. – N 1. – P. 30–34.

Hymowitz, T. On the domestication of the soybean / T. Hymowitz // Economic Botany. – 1970. – V. 24. – N 4. – P. 408–421.

Iwuohaa, C.I. Chemical, physical and sensory characteristics of soymilk as affected by processing method, temperature and durationof storage / C.I. Iwuohaa, K.E. Umunnakwe // Food Chem. – 1997. – 59. – N 3. – P. 373–379.

Johnson, H.S. Comparisons of nitrogen fixation estimates in soybeans by nodule weight, leghsemoglobin content and acetylene reduction / H.S. Johnson, D.J. Hume // Can. J. Microbiol. – 1973. – V. 19. – P. 1165–1168.

Kolar, C.W. In New Protein Foods / C.W. Kolar, S.H. Richert, C.D. Decker, F.H. Steinke, P.J. Zanden. – Vol. 5, edited by A.M. Alchul and H.L. Wilcke // Academic Press. New York. – 1985. – P. 252–299.

Krogdahl, A. Inhibition of human and rat pancreatic proteinases by crude and purified soybean proteinase inhibitors / A. Krogdahl, H. Holm // J. Nutr. – 1979. – V. 109. – P. 661–558.

Krogdahl, A. Soybean proteinase inhibitors and human proteolytic enzimes. Selective inactivation of inhibitors by treatment with human gastric juice / A. Krogdahl, H. Holm // J. Nutr., 1981. – V. 111. – P. 2045–2051.

Krogdaht, A. Pancreatic proteinases from man, trout, rat, pig, cow, chicken, mink and fox. Enzyme activities and inhibition by soybean and lima beans proteinase inhibitors / A. Krogdahl, H. Holm // Comp. Biochem. Physiol. – 1983. – V. 74 B. – N 3. – P. 403–409.

Kunitz, M. Crystalline soybean trypsin inhibitor / M. Ku-nitz // Gen. Physiol. – 1947. – V. 30. – P. 291–310.

Lawhon, J.T. Amer. Oil Chem. Soc. / J.T. Lawhon, K.C. Rhee, E.W. J. Lusas. – 1981. – V. 58. – P. 377.

Liu, K. The case food-grade ssoybean varieties / K. Liu, F. Orthoefer, K. Thompson // INFORM, 1995. – V. 6. – N 5. – P. 593–596, 598–599.

Method for producing an aseptic packaged tofu product: Пат. 5863590 США, МПК[6] A 23 L 1 / 00 / Alan Lu Jin Lum, Ho Lim Juay, Kong Tien Yeow; Tetra Lavaal Holdings & Finance S.A. – № 669921: Заявл. 25.6.96; Опубл. 26.1.99; НПК 426/634.

Miura, S. Isolation and amino acid sequences of two trypsin inhibitors from the seeds of bitter gourd (Momordica charantia) / S. Miura, G. Funatsu // Biosc-Biotechnol-Biochem. – 1995. – V. 59. – N 3. – P. 469–475.

Moizuddin, S. Tofu production from soybbeans or full – fat soyflakes using direct and indirect heating processes / S. Moizuddin, G. Harrvey, A.M. Fenton, L.A. Wilson // J. Food Sci. – 1999. – 64. – N 1. – P. 145–148.

Morel, F. La vitrine haute-technologie du soja / F. Morel // Progress. – 2000. – N 1157. – P. 18–20.

Mulimani, V.H. Enzymatic degradation of oligosaccharides in soybean flours / V.H. Mulimani, S. Thippeswamy, Ramalingam // Food Chem. – 1997. – 59. – P. 279–282.

Murray E.D., Maurice T.J., Barker L.D., Davis C.D. // U.S. Patent 4.208.323., 1980.

Norman, A.G. Soybean Physiology, Agronomy and Utilization / A.G. Norman // Academic Press. – 1978.

Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 4 th ed., Champaign, IL. – 1993.

Pate, L. Comperative studies of carbon and nitrogen nutrition of selected grain legumes / L. Pate, F.R. Micchin // Advances in legume Sci. – Kew Richomoncl. – 1980. – P. 105–114.

Pearse, G. Isolation and characterization from potato tubery of two polypeptide inhibitors of serine proteinases / G. Pearse, L. Sy, C. Russell, C. Ryan, M. Hass // Arch of Biochem and Biophys. – 1982. – V. 213. – N 2. – P. 456–462.

Predigested seed food composition: Пат. 58911493 США, МПК[6] A 23 G 1 / 02 / Sanillo Humbart D. – № 978090; Заявл. 25.11.1997; Опубл. 06.04.1999; НПК 426/44.

Procede pour obtenir du lait de soja: Заявка 2754676 Франция, МПК[6] A 23 L 1 / 211, A 23 C 11 / 10; Cro[ton Karen Celeste ep. Boyreau. – № 9612764; Заявл. 21.10.1996; Опубл. 24.04.1998.

Process for producing edible material from soybeans: Пат. 5866192 США, МПК[6] A 23 L 1 / 20, A 23 B 4 / 03 / Uesugi Shigemi, Fukuda Youichi, Nagao Yasue; Fuji Oil Co., Ltd. – № 938744; Заявл. 26.09.1997; Опубл. 02.02.1999; НПК 426/634.

Process for producing soy milk and products thereof: Пат. 5945151 США, МПК[6] A 23 L 1 / 20. K. K. Kibun Shokuhin, Sato Ahigeo, Kusaka Kazuhito, Takayama Yoko. № 08 / 819564; Заявл. 14.03.1997; Опубл. 31.08.1999; Приор. 15.03.1996, № 8-059138 (Япония); НПК 426/634.

Process for producing soy milk: Заявка 1031284 ЕПВ, МПК[7] A 23 C 11 / 10, A 23 L 1 / 20 / Tsumura Haruo, Nishimura Taakashi; Fuji Oil Co., Ltd. – № 99933230.7; Заявл. 03.08.1999; Опубл. 30.08.2000.

Process for producing soybean milk and okara: Пат. 5955134 США, МПК[6] A 23 L 1 / 28, A 23 K 1 / 20 / Nishimura Takashi, Nagaoka Shushi, Sugano Hideo, Tsumura Haruo: Fuii Oil Co. Ltd. – № 09/066667; Заявл. 28.04.1998; Опубл. 21.09.1999; Приор. 01.05.1997, № 9–113752 (Япония); НПК 426/489.

Rhee, K.C. Annual Progress Report of Food Protein Research and Development Center / K.C. Rhee, Y.R. Choi // Texas A&M University. College Station. TX. – 1981. – P. 203–233.

Sair, L. U.S. Patent 2.881.076. – 1959.

Schwinghumer, E.A. Evoluation of effectiveness in mutant strains of Rhyzobium by acetylene reduction relative to other criteria of N fixation / E.A. Schwinghumer, H.J. Evans, M.D. Dawson // Plant and soil. – 1970. – V. 33. – P. 192–212.

Sheehy, L.E. Screening alfalfa for photosynthesis and nitrogen fixation / L.E. Sheehy, K. Tishbeck, D.A. Phillyis. // Hort Science. – 1979. – V. 14. – N 3. – 111. – P. 402.

Shinobu, S. Isolation and characterization of a proteinase inhibitor from spinash leaves / S. Shinobu, S. Emi, W. Tsuneo, F. Tadashi // Phytochemistry. – 1995. – V. 24. – N 3. – P. 419–423.

Shun-Tang, Guo. Incorporation of sov milk lipid into protein coagulum by addition of calcium chloride / Shun-Tang Guo, Ono Tomotada, Mikami Maasayuki // J. Agr. And Food Chem. – 1999. – 47. – N 3. – P. 901–905.

Shurtleff, W. The Book of Tempeh, Soyfoods Center, Lafay-ette, CA / W. Shurtleff, A. Aoyagi. – 1985.

The 2004 Year Database of Food and Agriculture Organization (FAO) [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: http://www.fao.org/agriculture/prime crops/soybean

Torres-Penaranda, A.V. Sensory characteristics of soymilk and tofu made from lipoxygenase – free and normal soybeans / A.V. Torres-Penaranda, C.A. Reitmeier, L.A. Wilson, W.R. Fehr, J.M. Narvel // J. Foob Sci. – 1998. – V. 63. – N 6. – P. 1084–1087.

Toshifumi Kyohara. Chemical and physicochemical characterization of the permanent and temporary trypsin inhibitors from buckwheat / Kyohara Toshifumi, Iwasaki Teruo // Arg. and Biol. Chem. – 1985. – V. 49. – N 3. – P. 589–594.

Verfahren zur Herstellung eines Eiweibisolats aus einer eiweibhaltigen Substanz: Заявка 19907725 Германия, МПК[7] А 23 J 3 / 34, С 12 Р 21 / 06. Neumuller Waldemar. № 19907725.8; Заявл. 23.02.1999; Опубл. 24.08.2000. Нем.

Wanq Chunyanq Functional properties of hydrothemally cooked soy protein products. (Department of Food Science & Human Nutrition and Center for Crops Utilization Research lowa State University, Ames, lowa 50011). JAOCS / Wanq Chunyanq, A. Johnson Lawrence // J. Amer. Oil Chem. Soc. – 2001. – 78, № 2. – С. 189–195. Библ. 17. Англ.

Welsby David. Issolated soy protein and its use in beverages / David Welsby, C.W. Kolar, S.H. Richert // INFORM : Int. News Fats, Oils and Relat. Mater. – 1998. – 9. – N 3. – P. 250–253. – Англ.

Wolf, W.J. Soybeans as a Food Source, rev. edn., CRC press, Inc., Boca Raton, FL / W.J. Wolf, J.C. Cowan. – 1975.

Wolf, W.J. In Handbook of Processing and Utilization in Agriculture. – Vol. 2: Part 2, edited by J.A. Wolf, CRC Press, Inc., Boca Ration, FL / W.J. Wolf. – 1983. – P. 23–55.

Wolf, W.J. Arch. Biochem. Biophys / W.J. Wolf, G.E. Babcock, A.K. Smith. – 1962. – 99. – P. 265

Yang Rude, Liang Hanhua, Kwok Qianchu // Huanan ligong daxue xuebao. Ziran kexue ban = J. S. China Univ. Technol. Natur. Sci. – 1998. – 26, № 6. – С. 98–102. – Кит.

Бабич, А.О. Сучасне виробництво і використання соп / А.О. Бабич . – Кипв: Урожай, 1993. – 430 с.

ТЕРМИНЫ, ПОНЯТИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Продовольственное сырье – объекты растительного, животного, микробиологического, а также минерального происхождения, вода, используемые для производства пищевых продуктов (В.М. Поздняковский, 1999).

Питание – совокупность процессов, связанных с потреблением и усвоением в организме веществ, входящих в состав пищи (Пищевая химия, 2007).

Физиология питания изучает вопросы, связанные с влиянием пищевых веществ на организм человека, оптимальными условиями их переваривания и усвоения, потребностями организма в пищевых веществах (Пищевая химия, 2007).

Рациональное питание. Этот термин появился в диетологии от латинского слова ratio – ум, разум. Его основные принципы: умеренность, разнообразие, индивидуальный подход.

Пищевые продукты – продукты, произведенные из продовольственного сырья и используемые в пищу в натуральном и переработанном виде. Пищевые продукты подразделяются на следующие группы:

1. *Продукты массового потребления*, выработанные по традиционной технологии и предназначенные для основных групп населения.
2. *Лечебные (диетические) и лечебно-профилактические продукты* – специально созданные для профилактического и лечебного питания. Характеризуются измененным химическим составом и физическими свойствами. В эту группу входят витаминизированные, низкожировые (снижение жира на 33 %), низкокалорийные (менее 40 ккал/100 г), с повышенным содержанием пищевых волокон, уменьшенным количеством сахара, холестерина, хлористого натрия и т. д.

3. *Продукты детского питания* – специально созданные для питания здоровых и больных детей до 3-летнего возраста.

Функциональный пищевой продукт: Пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов (ГОСТ Р 52349-2005).

Физиологически функциональные пищевые продукты (сокращенно-функциональные продукты) – это продукты питания, содержащие ингредиенты, которые приносят пользу здоровью человека, повышают его сопротивляемость заболеваниям, способны улучшить многие физиологические процессы в организме человека, позволяя ему долгое время сохранить активный образ жизни. Потребительские свойства функциональных продуктов включают: пищевую ценность, вкусовые качества и физиологическое воздействие (Пищевая химия, 2007).

Физиологически функциональный пищевой ингредиент: Вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, а также живые организмы, входящие в состав функционального пищевого продукта, обладающие способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме при систематическом употреблении в количествах, составляющих от 10 до 50 % от суточной физиологической потребности. К ним относят: пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, пробиотики, пребиотики или синбиотики (ГОСТ Р 52349-2005).

Функциональные свойства белков – это физико-химические характеристики белков, определяющие их поведение при переработке в пищевые продукты и обеспечивающие определенную структуру, технологические и потребительские свойства (В. Толстогузов, 1987).

Пищевые волокна – биополимерные компоненты растительной пищи, к которым относятся неперевариваемые полисахари-

ды, включающие целлюлозу, гемицеллюлозы, пектины и соединения полифенольной природы – лигнины. Целлюлозы и гемицеллюлозы являются практически нерастворимыми компонентами, тогда как пектиновые вещества и лигнины относятся к растворимым полимерам.

Пребиотик: Физиологически функциональный пищевой ингредиент в виде вещества или комплекса веществ, обеспечивающих при систематическом употреблении в пищу человеком в составе пищевых продуктов благоприятное воздействие на организм человека в результате избирательной стимуляции роста и/или повышения биологической активности нормальной микрофлоры кишечника. Основными видами пребиотиков являются: ди- и трисахариды; олиго- и полисахариды; многоатомные спирты; аминокислоты и пептиды; ферменты; органические низкомолекулярные и ненасыщенные высшие жирные кислоты; антиоксиданты; полезные для человека растительные и микробные экстракты и другие (ГОСТ Р 52349-2005).

Обогащенный пищевой продукт: Функциональный пищевой продукт, получаемый добавлением одного или нескольких физиологически функциональных пищевых ингредиентов к традиционным пищевым продуктам с целью предотвращения возникновения или исправления имеющегося в организме человека дефицита питательных веществ (ГОСТ Р 52349-2005).

Нутриенты – (от лат. *«nutritio»* – питание). Подразделяют на *макронутриенты* – класс главных пищевых веществ, присутствующих в пище в относительно больших количествах (от 1 грамма), и *микронутириенты* – класс веществ, оказывающих выраженные биологические эффекты, содержащихся в небольших количествах (милли- и микрограммах) (Пищевая химия, 2007).

Конкурентоспособность – способность объекта хозяйственной деятельности в определенный период обеспечить коммерческий или иной успех на конкретном рынке в условиях конкуренции и противодействия (ГОСТ 15.011–96).

Конкурентоспособная продукция – это изделия, пользующиеся спросом у большого количества потребителей. Они обладают не менее высоким уровнем качества, чем известные аналоги,

но отличаются от последних дополнительными функциональными свойствами (О.В. Евдокимова, 2009).

Трансгенная пищевая продукция – это продовольственное сырье, пищевые продукты и их компоненты, полученные из генетически модифицированных организмов (Е.Б. Гаврилова, 2004).

Безопасность пищевых продуктов – отсутствие токсического, канцерогенного, мутагенного или любого другого неблагоприятного действия пищевых продуктов на организм человека при употреблении их в общепринятых количествах. Гарантируется установлением и соблюдением регламентируемого уровня содержания загрязнителей химического, биологического или природного происхождения (В.М. Поздняковский, 1999).

Продовольственная безопасность – это способность государства обеспечить физическую и экономическую доступность продуктов питания всех граждан и социальных групп, гарантированную наличием собственного производства продовольствия (не менее 85% от внутреннего потребления продовольственных резервов) и принятие социальной политики, обеспечивающей достаточный прожиточный минимум (FAO)

Понятие продовольственной безопасности дано министром сельского хозяйства РФ Скрынник Е.Б. (2009): Продовольственная безопасность – это такое состояние экономики государства, при котором обеспечивается продовольственная независимость и стабильность; населению страны, любому человеку гарантируется физическая и экономическая доступность к продуктам питания в соответствии с физиологическими нормами; качество и безопасность потребляемых продуктов питания.

Пищевая ценность – понятие, отражающее всю полноту полезных свойств пищевого продукта, включая степень обеспечения физиологических потребностей человека в основных пищевых веществах, энергию и органолептические достоинства. Характеризуется химическим составом пищевого продукта с учетом его потребления в общепринятых количествах (В.М. Поздняковский, 1999). Она должна определяться соотношением фактического содержания, лимитирующего питательного фактора и содержания этого фактора в идеале.

27 Заказ 079

Биологическая ценность – показатель качества пищевого белка, отражающий степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах для синтеза белка.

Переваримость белка – это процент белка, расщепляющегося до аминокислот под действием протеолитических ферментов желудка, поджелудочной железы и кишечника.

Биологическая эффективность – показатель качества жировых компонентов продукта, отражающий содержание в них полиненасыщенных (незаменимых) жирных кислот (В.М. Поздняковский, 1999; Пищевая химия, 2007).

Энергетическая ценность (калорийность) продукта – доля энергии, которая может высвободиться из нутриентов в ходе биологического окисления. Энергию выражают в килокалориях (ккал) или килоджоулях (кДж); 1 ккал соответствует 4,18 кДж. Коэффициент энергетической ценности для белков – 4 ккал/г, жиров – 9 ккал/г, углеводов – 4 ккал/г (Пищевая химия, 2007).

Минеральные элементы. Согласно классификации Шеудженa А.Х. (2003), элементы, содержащиеся в сухой массе растений в количестве, превышающем 0,1 %, отнесены к ***макроэлементам;*** 0,1–0,01 % – ***мезоэлементам,*** 0,01–0,0001 % – ***микроэлементам.***

Физиологическая потребность – объективная величина, определяемая природой и не зависящая от человеческих знаний, ее нельзя нормировать и рекомендовать (В.М. Поздняковский, 1999).

Рекомендуемая норма потребления. Устанавливается на основе изучения физиологической потребности. Рекомендуемая норма потребления пищевых веществ должна учитывать индивидуальные физиологические потребности отдельных людей.

По определению ФАО/ВОЗ: «рекомендуемые количества потребления являются такими количествами, которые достаточны для поддержания нормального здоровья почти у всех людей»

По определению Совета по пищевым продуктам и питанию Национальной академии наук США: «рекомендуемые пищевые нормы – это такие уровни потребления эссенциальных пищевых веществ, которые на основе доступных научных знаний рассматриваются как достаточные для покрытия известных пищевых потребностей практически всех здоровых людей» (В.М. Поздняковский, 1999).

ФАО – Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций.

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения.

FDA – Комитет по контролю за лекарствами и продуктами питания.

Пищевая плотность рациона характеризуется количеством незаменимых пищевых веществ в 1000 ккал (В.М. Поздняковский, 1999).

Агглютинация. Термин происходит от латинского слова *«agglutination»* (приклеивание), означает процесс склеивания и выпадения в осадок бактерий, эритроцитов и других клеток или микроорганизмов, несущих антигены, под действием какого-либо агглютинина, в роли которого могут выступать специфические антитела или лектины (фитогемагглютенины). Определенные вирусы и бактерии тоже способны вызывать агглютинацию кровяных клеток. Многие агглютенины (особенно пищевые лектины) специфицированы на конкретной группе человеческой крови, то есть склеивают клетки в организме именно с этой группой, но не действуют на клетки организма с иной группой крови (Питер Д' Адамо, 2006).

Соевый боб – это плод, представляющий собой вытянутую закрытую трубку, внутри которой находятся семена. Чаще всего боб содержит 2–4 семени.

Росток – надземная часть проростка.

Бактериальные удобрения – это препараты, содержащие бактерии полезные для растений. Они не содержат питательных веществ, но улучшают питание растений. Для сои это в основном нитрагин, содержащий азотфиксирующие бактерии.

Инокуляция – обработка семян клубеньковыми азотфиксирующими бактериями.

Дальтон (Да) – единица массы, практически равная массе атома водорода.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Биохимический состав дикорастущих форм, полукультурных и современных сортов сои отечественной и зарубежной селекции

Сортообразец	Содержание, % абс. сух. веществ			ТИА, мг/г
	белка	масла	белок + масло	
1	2	3	4	5
Дикорастущие виды сои				
G. canencens	38,8	10,9	49,8	12,7
G. soja – № 403	48,9	10,3	59,2	16,5
G. soja – № 93	48,6	12,2	60,8	15,5
G. gracilis – полукультурная соя				
К-521	43,2	16,6	59,8	15,4
К-4947	43,2	19,4	62,6	18,9
К-5683	43,9	15,6	59,5	13,9
Е-шен-доу	43,8	16,5	60,3	15,3
G. max – культурная соя				
Сорта целевого назначения				
Т – 208 – мелкосемянный	43,3	19,3	62,6	19,1
Т – 215 - « -	40,6	20,5	61,1	22,1
зсм 48 – зеленосемянный	42,0	21,9	63,9	20,8
зсм 54 - « -	41,7	21,8	63,5	20,9
Tohia – овощной	42,2	21,0	63,2	21,4
Biei - « -	41,6	22,9	64,5	23,34
Сорта кубанской селекции обычные				
Лира	36,7	26,0	62,7	29,3
Лань	38,9	24,3	63,2	25,8
Ника	38,6	24,8	63,4	27,2
Альба	39,0	24,7	63,7	26,4
Вилана	41,0	22,6	63,6	22,8
Сорта кубанской селекции специальные				
Дельта	41,5	22,5	64,0	22,6
Веста	43,4	19,9	63,3	19,0
Лакта	41,6	21,7	63,3	21,8

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5
Фора	45,3	18,9	64,2	16,3
Валента	46,8	19,1	65,9	14,7
Сорта дальневосточной селекции				
Приморская 56	42,9	21,3	64,2	20,6
Приморская 69	44,9	21,4	66,3	19,1
Уссурийская 559	43,2	21,3	64,5	20,3
Амурская	43,2	19,5	62,7	18,6
Сорта американской селекции				
Ходсон	40,1	22,7	62,8	23,7
Стайн 1380	41,5	22,3	63,8	22,5
Стайн 1980	42,0	21,5	63,5	20,8
Шуге	42,5	22,4	64,9	21,8
Сорта французской селекции				
Мажор	40,8	23,0	63,8	23,9
Голдор	41,8	22,7	64,5	22,5
Пример	41,8	23,1	64,9	22,9
Нуар	42,0	23,3	65,3	23,0

Приложение 2

Общее содержание и компонентный состав токоферолов **в семенах** дикорастущих форм, полукультурных и культурных сортов сои отечественной и зарубежной селекции, мг/%*

ВНИИМК, Краснодар, 2006 г.

Сортообразец	Общее содержание	Форма токоферолов		
		α	γ	δ
1	2	3	4	5
Дикорастущие виды сои				
G. canencens	36,6	5,9	28,5	2,2
G. soja – № 403	38,3	6,5	26,8	5,0
G. soja - № 93	25,1	11,3	11,5	2,3
G. gracilis - полукультурная соя				
К - 521	37,1	13,4	18,9	4,8
К - 4947	55,3	23,2	24,3	7,8
К -5683	25,0	10,0	12,2	2,8
Е-шен-доу	40,0	12	22,8	5,2
G. max - культурная соя				
Сорта целевого назначения				
Т – 208	50,7	12,7	28,4	9,6
Т - 215	45,2	5,9	28,5	10,8
зсм 48	48,4	19,4	24,2	4,8
зсм 54	36,9	14,0	19,2	3,7
Tohia	47,7	17,2	22,4	8,1
Biei	43,5	16,5	21,8	5,2
Сорта кубанской селекции обычные				
Лира	54,7	15,4	27,9	11,4
Лань	51,0	19,4	25,0	6,6
Ника	44,8	13,9	23,3	7,6
Альба	55,5	16,1	30,0	9,4
Вилана	54,3	17,9	29,9	6,5
Сорта кубанской селекции специальные				
Дельта	59,9	24,6	28,1	7,2
Веста	49,8	20,9	23,4	5,5
Лакта	48,5	19,4	23,3	5,8
Фора	55,4	20,5	27,7	7,2
Валента	48,4	18,4	23,2	6,8
Сорта дальневосточной селекции				
Приморская 56	58,4	19,9	28,0	10,5
Приморская 69	48,2	19,3	22,7	6,2
Уссурийская 559	47,0	20,2	21,6	5,2

1	2	3	4	5
Амурская	53,2	23,9	24,5	4,8
Сорта американской селекции				
Ходсон	48,7	20,9	24,3	3,5
Стайн 1380	41,3	14,0	22,7	4,5
Стайн 1980	31,8	13,7	15,3	2,8
Шуге	29,8	11,9	15,2	2,7
Сорта французской селекции				
Мажор	42,3	11,4	24,5	6,4
Голдор	38,1	16,4	18,3	3,4
Примор	35,0	12,6	18,9	3,5
Нуар	38,2	15,5	19,3	3,4

*Л.А. Кучеренко, 2010

Общее содержание и компонентный состав токоферолов **в масле семян** дикорастущих, полукультурных и культурных сортов сои отечественной и зарубежной селекции, мг/100 г*

ВНИИМК, Краснодар, 2006 г.

Сортообразец	Общее содержание	Форма токоферолов		
		α	γ	δ
1	2	3	4	5
Дикорастущие виды сои				
G.canencens	335,0	53,6	261,3	20,1
G. soja - № 403	372,0	63,2	260,4	48,4
G. soja - № 93	205,0	92,2	92,3	20,5
G. gracilis - полукультурная соя				
К - 521	223,0	80,3	11,7	29,0
К - 4947	285,0	119,7	125,4	39,9
К -5683	160,0	64,0	78,4	17,6
Е-шен-доу	242,0	72,6	135,5	33,9
G. max - культурная соя				
Сорта целевого назначения				
Т - 208	263,0	65,7	147,4	49,9
Т - 215	213,0	27,8	134,2	51,0
зсм 48	221,0	88,4	110,5	22,1
зсм 54	169,0	64,1	88,0	16,9
Tohia	227,0	81,7	106,7	38,6
Biei	190,0	72,2	95,0	22,8
Сорта кубанской селекции обычные				
Лира	210,0	58,7	107,1	44,2
Лань	210,0	79,8	102,9	27,3
Ника	180,0	55,8	93,6	30,6
Альба	225,0	65,2	121,5	38,2
Вилана	240,0	79,2	132,0	28,8
Сорта кубанской селекции специальные				
Дельта	266,0	109,0	125,0	32,0
Веста	250,0	105,0	117,5	27,5
Лакта	224,0	89,7	107,5	26,8
Фора	256,0	97,2	122,9	35,9
Валента	290,0	107,3	145,0	37,7
Сорта дальневосточной селекции				
Приморская 56	275,0	93,5	132,0	49,5
Приморская 69	225,0	90,0	105,7	29,3
Уссурийская 559	221,0	95,0	101,7	24,3
Амурская	273,0	122,9	125,7	24,4

1	2	3	4	5
Сорта американской селекции				
Ходсон	2140,0	92,0	107,0	15,0
Стайн 1380	185,0	62,9	101,7	20,4
Стайн 1980	145,0	62,3	69,6	13,1
Шуге	133,0	53,2	67,8	12,0
Сорта французской селекции				
Мажор	184,0	49,7	106,7	27,6
Голдор	168,0	72,2	80,6	15,2
Примор	151,0	54,4	81,5	15,1
Нуар	175,0	71,7	89,2	15,1

*Л.А. Кучеренко, 2010

Приложение 4

Компонентный состав фосфолипидов семян дикорастущих форм, полукультурных и культурных сортов сои отечественной и зарубежной селекции,% от суммы*

Сортообразец	Общее содер-жание, %	ФИ	ФХ	ФС	ФЭ	ФГ	ФК	ПФК
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дикорастущие виды сои								
G.canencens	5,0	12,8	25,2	2,7	12,8	24,8	2,3	19,4
G. soja - № 403	6,5	6,8	26,7	2,1	13,6	27,0	3,9	20,0
G. soja - № 93	6,0	9,2	26,8	2,3	16,4	26,5	9,4	9,5
G. gracilis - полукультурная соя								
К - 521	4,6	10,8	33,7	3,1	17,1	20,8	7,1	7,4
К - 4947	3,4	11,2	30,5	2,3	17,9	23,6	7,0	7,4
К -5683	4,8	12,0	29,9	2,7	20,0	22,1	6,0	7,3
Е-шен-доу	4,5	13,0	26,5	3,6	19,6	16,9	8,3	12,1
Сорта кубанской селекции обычные								
Лира	2,7	4,4	30,0	следы	29,1	17,3	следы	18,8
Лань	2,9	1,7	35,1	следы	28,1	следы	22,5	12,2
Ника	3,1	4,8	35,7	следы	27,0	19,6	следы	12,9
Альба	3,1	0,9	40,1	следы	27,8	следы	16,9	14,3
Вилана	3,1	2,5	29,9	следы	23,7	17,0	11,6	следы
Сорта кубанской селекции специальные								
Дельта	3,3	0,7	36,6	следы	26,4	20,5	следы	15,8
Веста	3,6	1,6	41,1	следы	30,4	16,9	следы	9,8
Лакта	3,4	4,2	40,5	следы	28,2	14,2	следы	12.9
Фора	4,2	1,7	36,9	2,1	26,0	20,0	следы	12,6
Валента	4,2	1,8	41,1	следы	26,3	17,5	3,7	9,6
Сорта дальневосточной селекции								
Приморская 56	3,4	2,9	34,2	следы	23,3	20,5	9,7	9,3
Приморская 69	3,7	1,4	40,8	следы	30,5	14,1	3,5	9,7

Продолжение приложения 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Уссурийская 559	3,4	1,5	29,6	3,0	33,4	19,1	следы	13,4
Амурская	3,6	0.7	42,6	следы	31,7	11,1	3,7	10,3
Сорта американской селекции								
Ходсон	3,5	1,3	42,0	следы	30,8	следы	12,4	13,4
Стайн 1380	3,2	6,1	39,7	следы	29,6	следы	12,0	12,6
Стайн 1980	3,5	10,3	37,9	следы	24,2	8,0	6,6	13,0
Шуге	3,3	следы	42,3	следы	33,2	14,4	следы	10,1
Сорта французской селекции								
Мажор	3,1	1,2	43,6	следы	30,6	14,4	следы	10,2
Голдор	3,2	1,7	43,7	следы	34,0	10.5	следы	9,9
Примор	3,2	1,6	42,9	следы	30,5	14,7	следы	10,3
Нуар	3,2	1,6	42,8	следы	30,4	14,7	следы	10,5

* Л.А. Кучеренко, 2010

Приложение 5

Содержание белка в различных соевых белковых продуктах, полученных из семян сортов отечественной и зарубежной селекции,% *

Краснодар, ВНИИМК, 2007 г.

Сорт	Мука полножирная	Шрот пищевой	Белковый концентрат
Сорта кубанской селекции обычные			
Лира	36,7	47,2	59,6
Лань	38,9	50,1	63,3
Ника	38,6	50,6	61,3
Альба	39,0	49,8	62,8
Вилана	41,0	50,5	65,5
среднее	***38,8***	***49,6***	***62,5***
Сорта кубанской селекции специальные			
Дельта	42,2	52,0	66,0
Веста	43,4	53,0	67,1
Лакта	42,7	52,0	66,9
Фора	45,4	54,7	67,3
Валента	46,8	56,1	70,2
среднее	***44,1***	***53,6***	***67,5***
Сорта дальневосточной селекции			
Приморская 56	42,9	52,9	66,2
Приморская 69	44,9	56,1	67,5
Уссурийская	43,2	53,4	66,1
Амурская	43,2	53,7	66,4
среднее	***43,6***	***54,0***	***66,6***
Сорта американской селекции			
Ходсон	40,1	49,8	64,0
Стайн 1386	41,5	51,8	65,2
Стайн 1980	42,0	51,7	65,3
Шуге	42,5	53,1	65,8
среднее	***41,5***	***51,6***	***65,1***
Сорта французской селекции			
Мажор	40,8	50,7	64,5
Голдор	41,8	52,2	66,0
Примор	41,8	51,9	65,7
Нуар	42,0	53,3	66,2
среднее	***41,6***	***52,0***	***65,6***
содержание белка, % по стандарту	**38,0**	**50,0**	**65,0-72,0**

*Л.А. Кучеренко, 2010

Приложение 6

Химический состав соевых продуктов*

Наименование компонента	Содержание (в 100 г абсолютно сухого вещества)				
	мука		шрот	белковый	
	цельная	обезжиренная		концентрат	изолят
1	2	3	4	5	6
Белки общие, г	30–50	44–59	44–55	65–72	90-93
Незаменимые аминокислоты, г:					
лизин	1,76–2,84	2,51–3,33	2,67–2,91	4,27–4,42	5,76
треонин	1,19–1,81	1,63–2,00	1,59–1,83	2,80–3,04	3,96
валин	1,48–1,99	1,84–2,70	2,06–2,16	3,38–3,71	4,41
метионин	0,57–0,95	0,65–1,12	0,61–1,02	1,90–0,91	1,17
изолейцин	1,21–2,07	1,81–2,60	1,95–2,07	3,31–3,36	4,32
лейцин	2,09–3,38	2,99–3,96	3,42–3,68	5,38–5,67	7,02
фенилаланин	1,38–2,51	2,17–3,01	2,13–2,28	3,43–3,52	4,59
триптофан	0,51–0,85	0,60–1,00	0,59–0,64	0,77–0,90	1,17
Липиды, г	16,5–27,0	0,5–1,2	0,5–1,5	0,3–1,0	0,5–1,0
Углеводы общие, г	17,0–34,0	32,0–38,4	–	17,6–31,2	3,0–7,4
в том числе: сахароза	5,1–11,4	8,1	5,7–11,5	–	–
рафиноза	1,0–1,58	1,1	4,1	–	–
стахиоза	3,0–6,0	4,9	4,6	–	–
крахмал	1,2–6,5	1,5–7,5	7,2–7,3	–	–
клетчатка	3,5–6,0	2,4–4,3	3,9–7,0	3,4–5,0	0,1–0,3
Зола, г	4,5–6,1	5,4–6,5	6,0–6,7	4,0–6,5	4,0–5,0
Макроэлементы, мг:					
кальций	250–348	220–320	280–330	220–363	50–180
хлор	30–64	130	20–40	110	150
магний	100–280	310	300–340	250–335	30–50
фосфор	480–780	620–680	710–850	700–800	820–900
калий	1607–2780	2000–2370	2100–2710	2100–2150	100–150
сера	214–244	250	–	420	630
кремний	177–400	–	–	–	–
железо	9,7–25,7	9,2–11,0	16,6	9,0–10,8	11,0–16,0
натрий	6,0–44,0	10,0–25,4	20,0–40,0	5,0–11,0	–
цинк	2,01–4,89	6,1	6,2–6,9	4,4–4,6	3,6–4,0
марганец	2,8–8,0	2,8	3,4–4,1	3,0	1,1
медь	0,1–0,8	2,3	1,9	1,6	1,4
Микроэлементы, мкг:					
молибден	99–250	260	–	450	Менее 30
кобальт	31,2	50	–	–	Менее 500
йод	5,0–8,2	1,0	–	17,0	Менее 200
фтор	120	140	–	–	Менее 1000

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6
хром	16,0	90	–	150	Менее 200
селен	11,0–30,0	7,5–60,0	10,0–30,0	–	Менее 20
кадмий	–	25	–	–	Менее 20
свинец	–	20	–	–	Менее 20
Витамины, мг:					
B_1 (тиамин)	0,66–1,8	0,7	0,17	0,32	0,18
B_2 (рибофлавин)	0,22–0,87	0,25–0,33	0,26–0,30	0,14	0,1
B_3 (пантотеновая к-та)	1,1–2,23	1,45	1,32–1,33	–	-
B_6 (пиридоксин)	0,38–1,30	0,57–0,80	–	0,13	-
PP (ниацин)	1,62–3,50	2,2–2,7	2,09–6,0	0,72	1,44
β-каротин	0,07–5,50	–	–	–	-
Е (токоферолы)	2,31–17,3	–	0,3	–	-
холин	200–297	270	274–285	–	-
Витамины, мкг					
Биотин	27–60	0,32	0,32	–	-
Фолацин	180–450	305-360	45-70	340	174-176

*В.С. Петибская и др., 2001, 2004, 2005; Э.Г. Перкинс, 1998; Э. Лусас и др., 1998; В.В. Кравенс и др., 1976; ГОСТ 12220-88, Химический состав пищевых продуктов, 1979; С. Монари и др., 1993; К.А. Степчков, 1965; В.Б. Толстогузов, 1987.

СОДЕРЖАНИЕ

Петибская Валентина Суреновна

СОЯ: ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Главный научный редактор ***Н.И. Бочкарев***
Редактор ***А.Г. Бехтер***
Технический редактор ***Т.А. Балаева***
Корректор ***О.М. Гусева***

Подписано в печать 07.09.2012. Формат 60x84 1/16.
Способ печати офсетный. Бумага офсетная. Усл.печ.л. 25,11. Уч.-изд.л. 23,66.
Гарнитура шрифта «Times New Roman Cyr», кегль 12. Заказ 079. Тираж 500.

ОАО «Полиграф-ЮГ». 385000, г. Майкоп, ул. Пионерская, 268.
Телефон для справок: 8(8772) 52-23-92. E-mail: guripp2@rambler.ru.

ISBN 978-5-7992-0733-5

